



Petroleum Learning Centre
центр профессиональной переподготовки
специалистов нефтегазового дела

MSc Programs
Магистерские программы



Геофизические исследования скважин (Well logging)



Геофизические исследования необсаженных скважин

1. **Технология ГИС и форма представление материалов**
2. **Задачи геофизических исследований в скважинах и комплексы ГИС**
3. **Факторы, осложняющие данные ГИС**
4. **Методы контроля технического состояния скважин**
5. **Последовательность решения геологических задач и области применения различных методов ГИС**



Petroleum Learning Centre
центр профессиональной переподготовки
специалистов нефтегазового дела

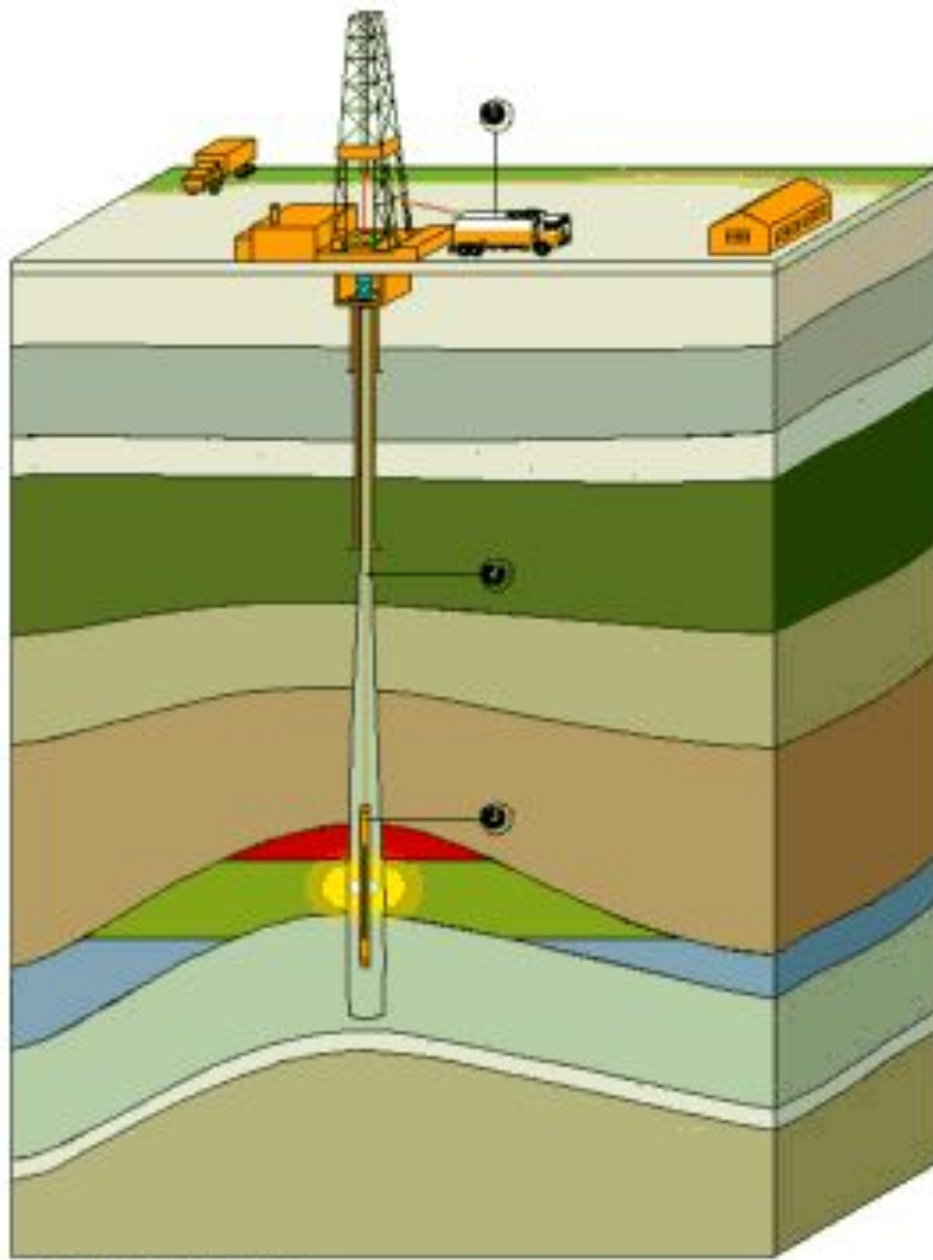
MSc Programs
Магистерские программы



Технология ГИС и форма представление материалов

Технология ГИС

Иллюстрация
производственного
процесса
геофизических
исследований скважин

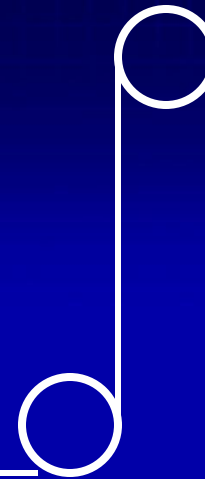


LOGGING OPERATION

- Logging Unit
- Conductor Wireline
- Logging Instrument



Процедуры ГИС



Измерение натяжения

- ◆ Кабель маркируется через каждые 100 ft (50m) магнитной маркой при натяжении 1000 lbs.
- ◆ Коррекция за растяжение кабеля выполняется на основании глубины, натяжения и температуры или сравнением забоя с натяжением кабеля.
- ◆ Натяжение записывается на верхнем шкиве и, более современными системами, на головке крепления прибора.
- ◆ Натяжение контролируется так, чтобы никогда не приблизиться к усилию на разрыв кабеля (10,000 to 14,000 lbs.).



Слабое звено



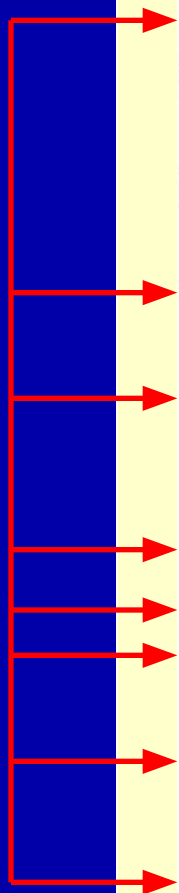
Проведение каротажа

Procedure	Drill Bit Size (inches)	Casing Diameter (inches)	Depth (m sub sea surface)	Tools
Drill	25	-	300-400	
Case		20	300-400	
Drill	17.5	-	400-700	
Log	-	-	700-400	ISF-Sonic-GR/1
Case	-	13.375	300-690	
Drill	12.25	-	700-1400	
Log	-	-	1400-680	ISF-Sonic-GR/2
Log	-	-	1400-680	FDC-CNL/1
Log	-	-	1400-680	HDT/1
Case	-	9.625	690-1390	
Drill	8.5	-	1400-2100	
Log	-	-	2100-1380	ISF-Sonic-GR/3
Log	-	-	2100-1380	FDC-CNL/2
Log	-	-	2100-1380	HDT/2
Log	-	-	2100-1380	DLL/1



Оформление каротажных материалов

Important data



DEPTH - DRILLER	7927
DEPTH - LOGGER	7922
BOTTOM LOGGED INTERVAL	7920
TOP LOGGED INTERVAL	1530
CASING - DRILLER	8 5/8" @ 1525
CASING - LOGGER	1530
BIT SIZE	7 7/8"
TYPE FLUID IN HOLE	GEL / CELLEX
DENSITY / VISCOSITY	9.4 65
PH / FLUID LOSS	9.0 9.2
SOURCE OF SAMPLE	MUDPIT
RM AT MEAS. TEMP.	2.57 @ 92
RMF AT MEAS. TEMP.	1.93 @ 92
RMC AT MEAS. TEMP.	3.21 @ 92
SOURCE OF RMF / RMC	Meas Calc
RM AT BHT	1.26 @ 187
TIME SINCE CIRCULATION	5 HRS.
MAX. REC. TEMP. DEG.F	187

Typical Header Data

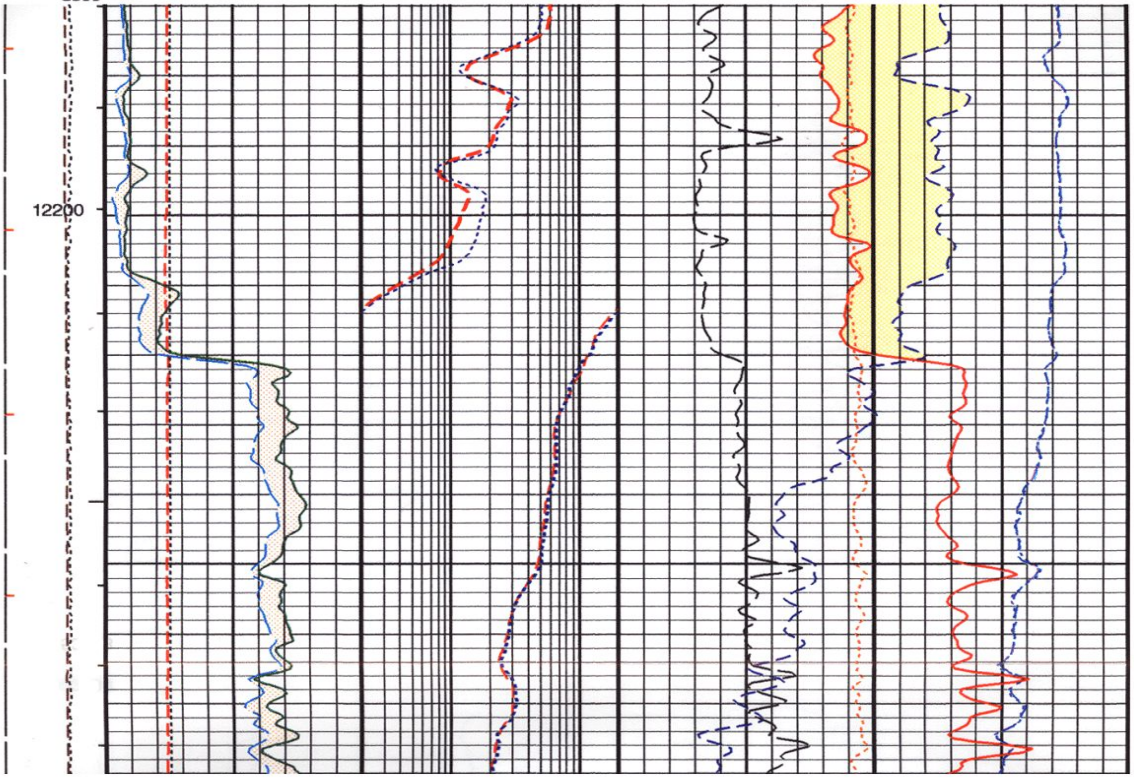


Well Logging Technology

- Wireline Logging
- Logging While Drilling
- Measurement While Drilling

Представление данных ГИС

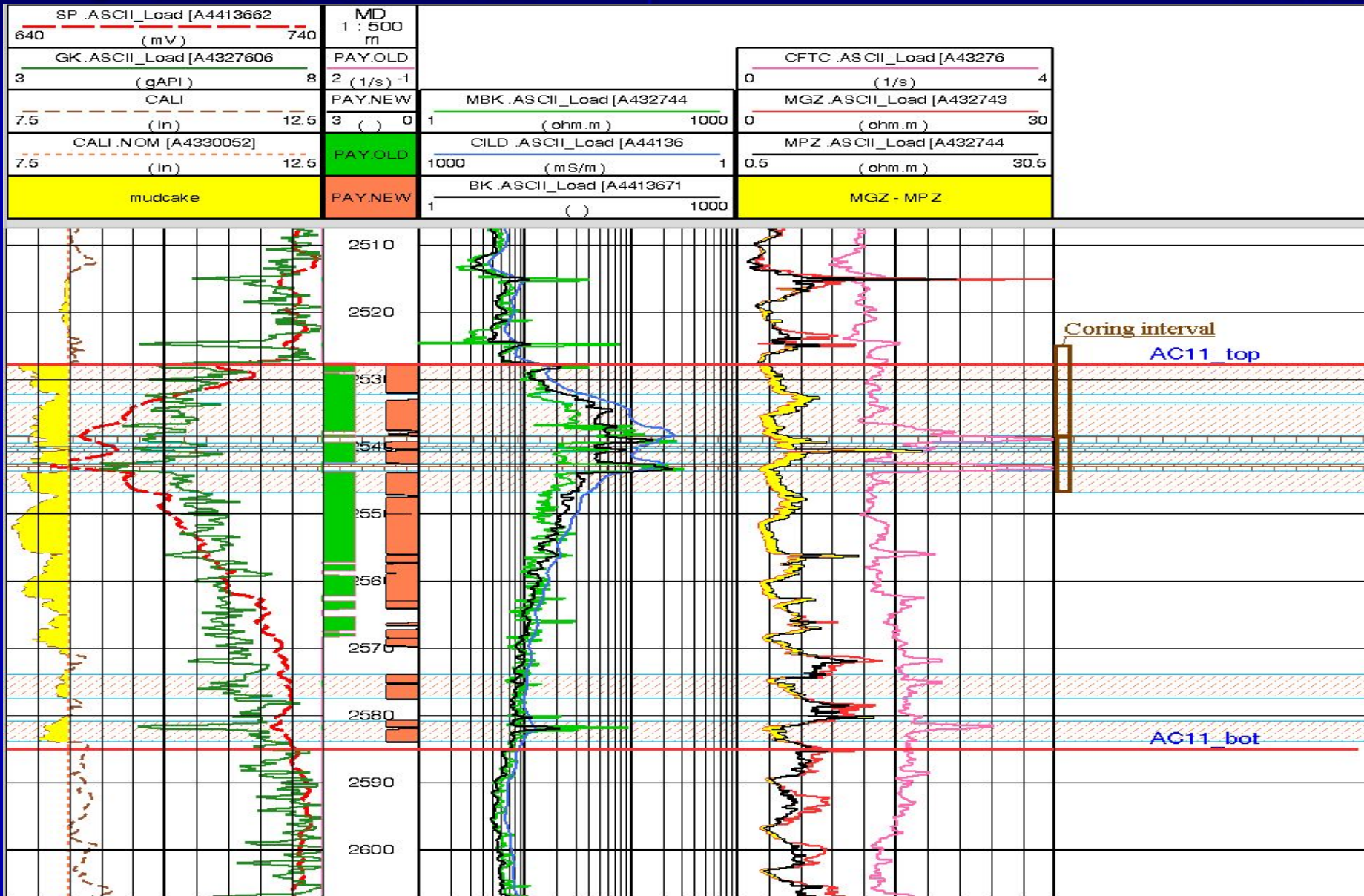
Spectroscopy Gamma Ray (SGR) (GAPI) 0 150				Delta-T Long Spacing Near (DTLN) (US/F) 140 40	
Computed Gamma Ray (CGR) (GAPI) 0 150					
Washout	IL-Deep Resistivity (ILD) (OHMM) 20 2000	Bulk Density (RHOB) (G/C3) 1.95 2.95			
Uranium Indicator	IL-Medium Resistivity (ILM) (OHMM) 20 2000	PhotoElectric Factor (PEF) (----) 0 10	Delta-T Long Spacing Far (DTLF) (US/F) 140 40		
Head Tension (HTEN) (LBF) -200 1800	Caliper (CALI) (IN) 6 16	IL-Medium Resistivity (ILM) (OHMM) 0.2 20	Neutron Porosity (NPHI) (V/V) 0.45 -0.15		
Tension (TENS) (LBF) 3000	Bit Size (BS) (IN) 6 16	IL-Deep Resistivity (ILD) (OHMM) 0.2 20	Bulk Density Correction (DRHO) (G/C3) -0.25 0.25		



Типичный набор
диаграмм ГИС
Северное море

Представление данных ГИС

Типичный набор диаграмм ГИС – Западная Сибирь



Треки записи каротажные диаграмм

Рейтинговый центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела

Магистерские программы

HERIOT WATT

Геологический
Трек (корреляция)

Электрический
Трек

Геологический
Трек (корреляция)

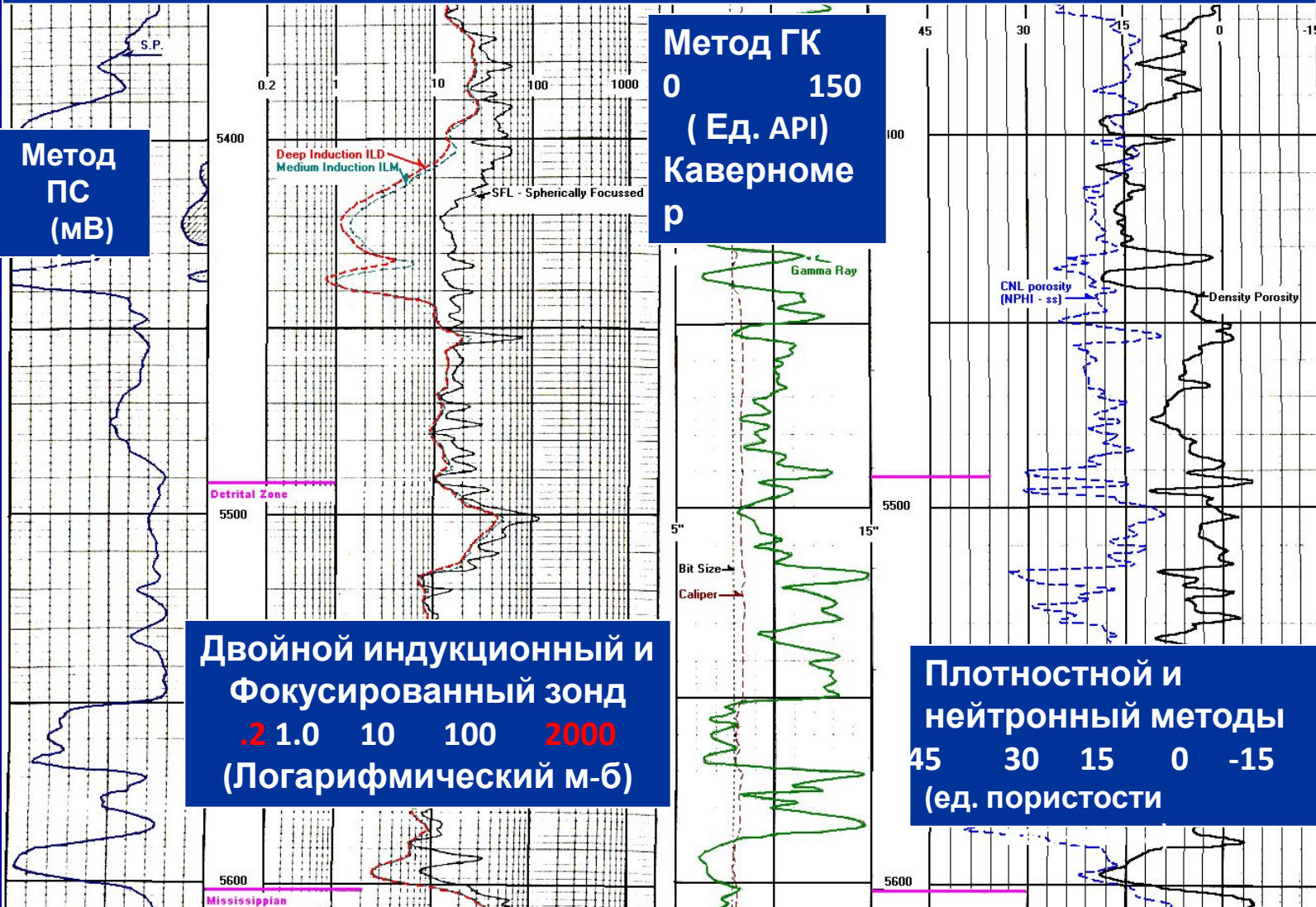
Трек
Пористости

Метод
ПС
(мВ)

Двойной индукционный и
Фокусированный зонд
.2 1.0 10 100 2000
(Логарифмический м-б)

Метод ГК
0 150
(Ед. API)
Кавернومه
р

Плотностной и
нейтронный методы
45 30 15 0 -15
(ед. пористости)



FT = 130 deg F
Rmf = 2.6 ohmm @ 60 F
SP scale : 15
Resistivity : DIL-SFL
scale : 0.2 to 2000 ohmm
GR: 0 to 150 API
CNL - FDC :
Sandstone Matrix
45 30 15 0 -15 scale.
Formation tops:
Ellerslie : 5348 ft.
Detrital : 5492 ft.
Mississippian : 5602 ft.

- Problem:
- 1) Calculate R_w from the S.P.
 - 2) Calculate R_{wa} in a 100% wet zone.
 - 3) Identify all the sands that contain hydrocarbon and identify any free water levels, oil-water contacts, gas-water contacts, transition zones and any intervals at irreducible water saturation.
 - 4) draw the capillary pressure curve for the sand at 5410 ft.
 - 5) What will the sand at the top of the Ellerslie Fm. produce on test and why?

Spontaneous Potential

SP (MV) -180.0 20.00	DEPTH		
		TRACK 2	TRACK 3

SPONTANEOUS POTENTIAL MILLIVOLTS -10+	DEPTH		
		TRACK 2	TRACK 3

Caliper - Gamma Ray

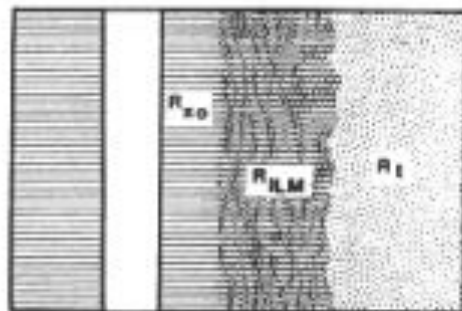
CALIPER DIAM. IN INCHES 8 18	DEPTH		
GAMMA RAY API UNITS 0 100			
		TRACK 2	TRACK 3

Стандартные заголовки и масштабы диаграмм методов ПС, ГК, кавернометрии



Induction

	DEPTH	ILD(Ωm)	
		0.2000	2000.
		ILM(Ωm)	
		0.2000	2000.
		SFLU(Ωm)	
		0.2000	2000.
TRACK 1		TRACK 2	TRACK 3



Стандартные заголовки и масштабы диаграмм электрических методов – индукционной и боковой каротажи

Стандартные заголовки и масштабы диаграмм нейтронного, плотностного и акустического методов

Neutron - Density

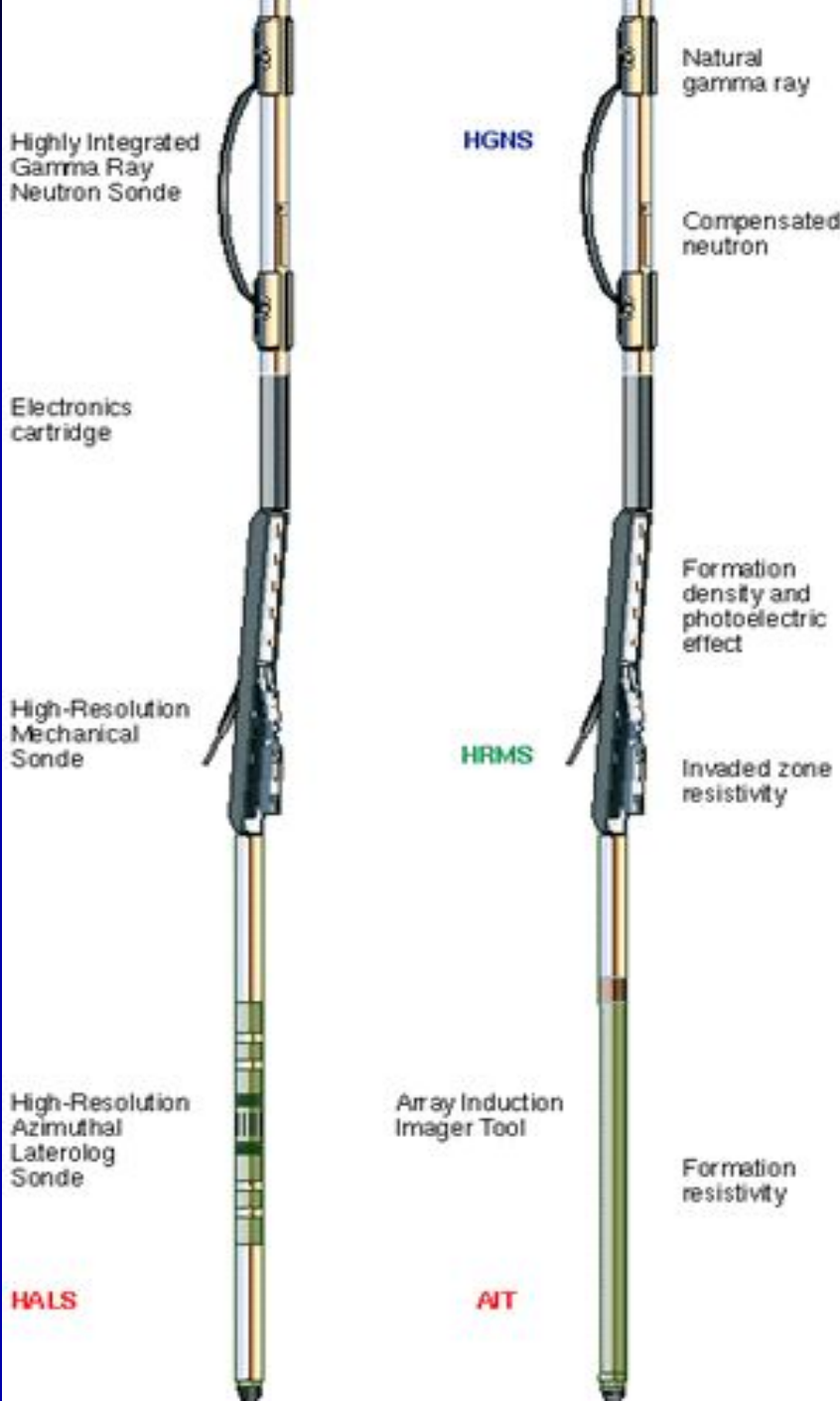
DEPTH	NPHI (SS) -0.150	
	0.4500	DPHI (SSI) -0.150
	0.4500	-0.150
TRACK 1	TRACK 2	TRACK 3

DEPTH	POROSITY INDEX % <u>55</u> MATRIX	
	COMPENSATED FORMATION DENSITY POROSITY	
	80	45 30 15 0
	COMPENSATED NEUTRON POROSITY	
	80	45 30 15 0
FIELD PRINT SECTION		
CORRECTION GRAMS CC		
Use this scale when correction curve is presented in Track 3		
	- .25	0 + .25
TRACK 1	TRACK 2	TRACK 3

Sonic

DEPTH	INTERVAL TRANSIT TIME	
	MICROSECONDS PER FOOT ΔT	
	150	50
TRACK 1	TRACK 2	TRACK 3

Типовые многофункциональные скважинные приборы - зонды



HALS

AT



Petroleum Learning Centre
центр профессиональной переподготовки
специалистов нефтегазового дела

MSc Programs
Магистерские программы



Задачи геофизических исследований в скважинах и комплексы ГИС



Задачи геофизических исследований в скважинах

1. **Технические** – изучение технического состояния скважин (пространственное положение и профиль ствола, пластовая температура и свойства бурового раствора)
2. **Геологические** – изучение состава и свойств пород в разрезах скважин (литологический состав пород, расчленение и корреляция разрезов, выделение и оценка коллекторов, определение ФЕС, определение положения флюидоконтактов)



Petroleum Learning Centre
центр профессиональной переподготовки
специалистов нефтегазового дела

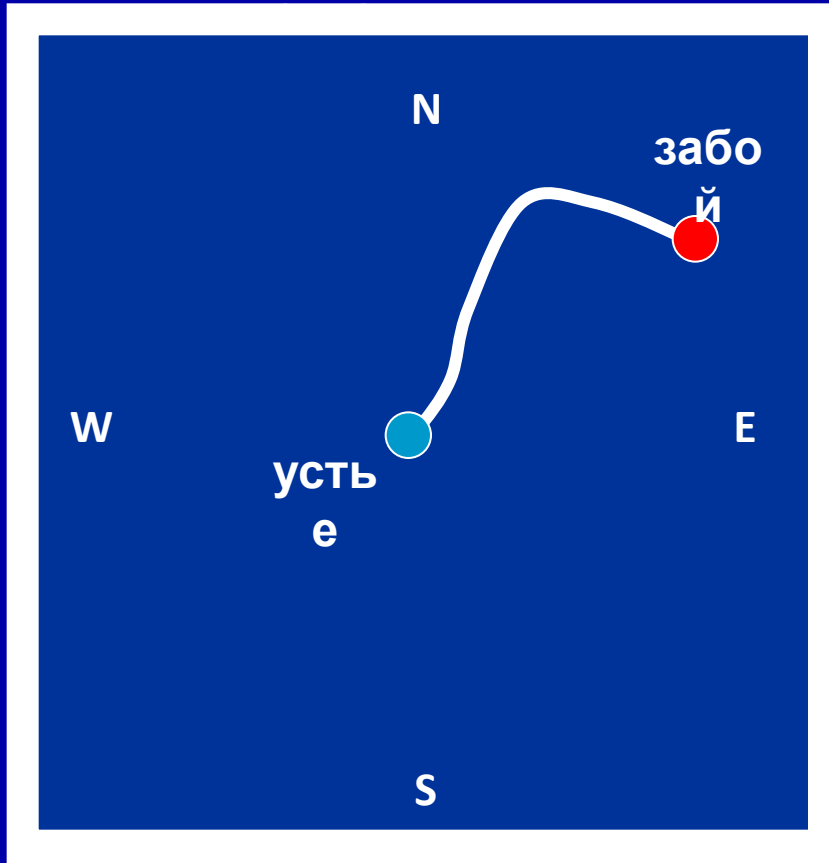
MSc Programs
Магистерские программы



Методы контроля технического состояния скважин

Инклинометрия скважин - Borehole Deviation Surveys

Азимутальная ориентировка ствола

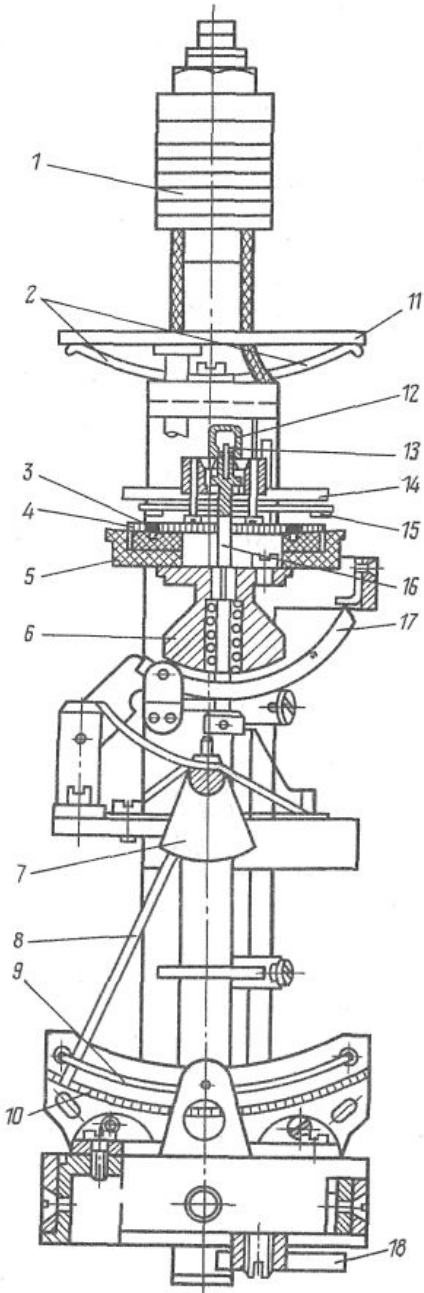


Вертикальное отклонение ствола скважины



Инклинометр магнитный

анализ
газового дела



1 – токосъемное кольцо с коллектором;

2 – возвратные пружины;

3 – токосъемное кольцо;

4 – кольцевой реохорд;

5 – пластмассовый корпус;

6 – груз;

7 – отвес;

8 – конец стрелки;

9 – дужка конца стрелки;

10 – реохорд;

11 – нажимное кольцо;

12 – колпачок с агатовым подшипником;

13 – острие;

14 – магнитная стрелка;

15 – изолированный пружинный контакт;

16 – подвижная ось;

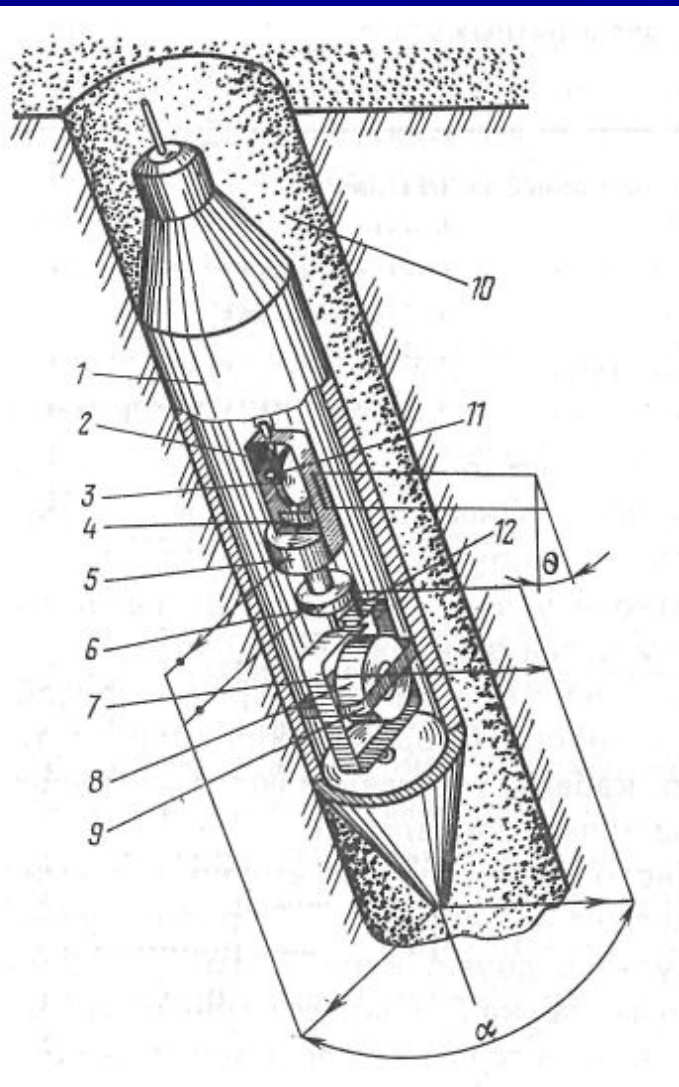
17 – дугообразный рычаг;

18 – груз

Инклинометры магнитные предназначены для измерения угла и азимута искривления необсаженных скважин. Инклинометр магнитный состоит из скважинного прибора и наземной панели. Пространственное положение инклинометра определяется с помощью трех чувствительных элементов: рамки, отвеса и буссоли.



Гироскопический инклинометр



- 1 – корпус;
- 2 – наружная рамка;
- 3 – ось вращения;
- 4 – грузик;
- 5 – эксцентричный грузик;
- 6 – реохорд азимута;
- 7 – кардановое кольцо;
- 8 – гироскоп;
- 9 – внутреннее кольцо;
- 10 – скважина;
- 11 – щетка;
- 12 – щетка азимута.

Спуск прибора в скважину рекомендуется проводить со скоростью 1-2 м/с. В точке замера прибор останавливают не менее чем на 5 сек. Измерения проводят при спуске. Каждый раз фиксируется время, когда проводился замер на данной глубине. При подъеме скважинного прибора делают контрольные измерения в тех же самых точках, что и при спуске, и также фиксируется время замера.





Схематическая таблица результатов измерений

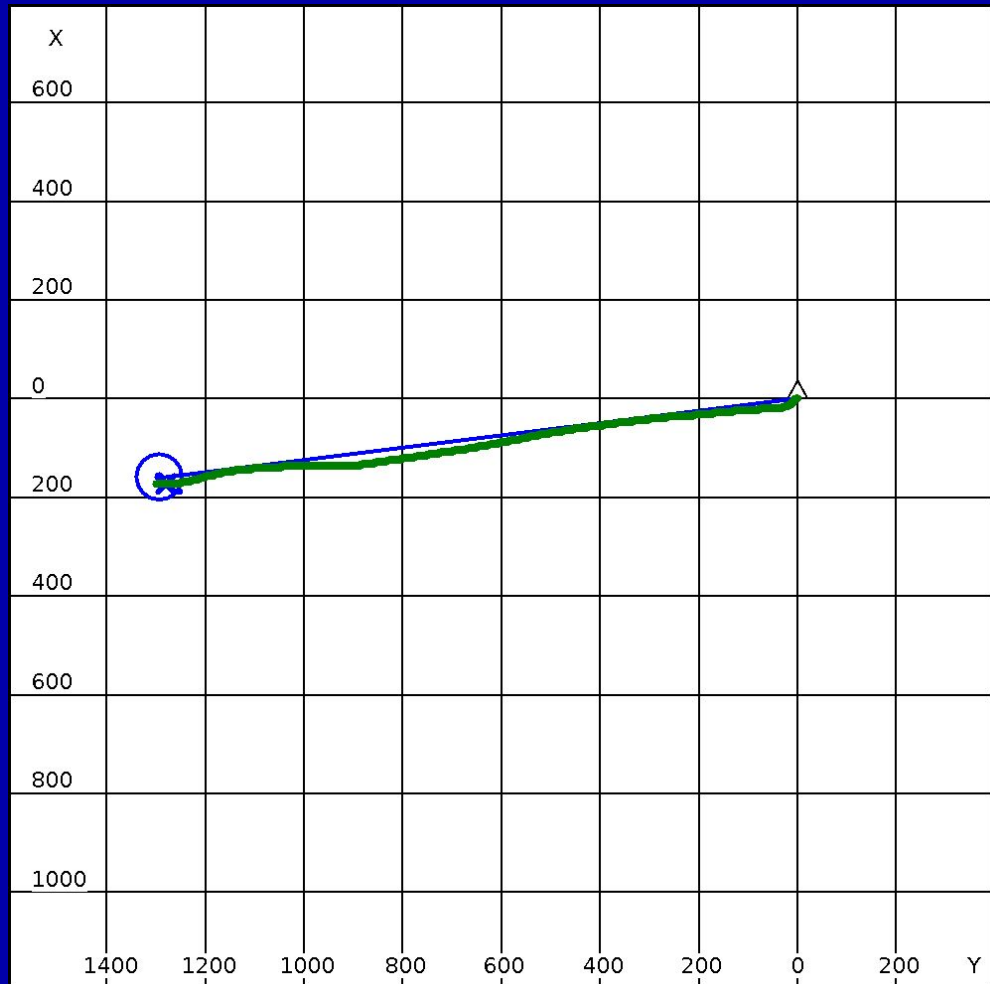
№	Глубина	Угол	Азимут	Дир Угол	Смещ.	Удлин.	Абс. Глубина	С-Ю	З-В	Простр. Инт.град/ 10м
263	2630	23.20	245.5	262.21	1241.22	345.05	-2206.48	-168.32	-1229.75	0.66
264	2640	22.64	246.9	262.19	1245.10	345.84	-2215.69	-169.20	-1233.55	0.77
265	2650	22.07	247.4	262.18	1248.89	346.59	-2224.94	-169.99	-1237.27	0.61
266	2660	21.50	248.4	262.17	1252.59	347.31	-2234.22	-170.72	-1240.90	0.68
267	2670	21.20	248.7	262.16	1256.23	347.99	-2243.54	-171.39	-1244.48	0.32
268	2680	20.79	249.2	262.15	1259.81	348.66	-2252.87	-172.02	-1248.01	0.45
269	2690	20.47	249.9	262.15	1263.33	349.30	-2262.23	-172.61	-1251.48	0.39
270	2700	20.05	250.9	262.14	1266.79	349.92	-2271.61	-173.14	-1254.90	0.56
271	2710	19.83	252.0	262.14	1270.20	350.52	-2281.01	-173.60	-1258.28	0.43
272	2720	19.87	252.9	262.15	1273.60	351.11	-2290.42	-174.00	-1261.66	0.29
273	2730	19.97	254.1	262.15	1277.00	351.71	-2299.82	-174.34	-1265.05	0.44
274	2740	19.82	255.2	262.16	1280.40	352.31	-2309.22	-174.61	-1268.44	0.39
275	2750	19.50	256.4	262.17	1283.75	352.89	-2318.64	-174.81	-1271.80	0.51
276	2760	19.56	257.3	262.19	1287.08	353.46	-2328.07	-174.95	-1275.14	0.33
277	2770	19.64	258.8	262.21	1290.41	354.04	-2337.49	-175.02	-1278.49	0.48
278	2780	19.42	259.0	262.22	1293.73	354.62	-2346.91	-175.04	-1281.83	0.23



Азимутальная ориентировка ствола скважины

(проекция скважины на горизонтальную плоскость)

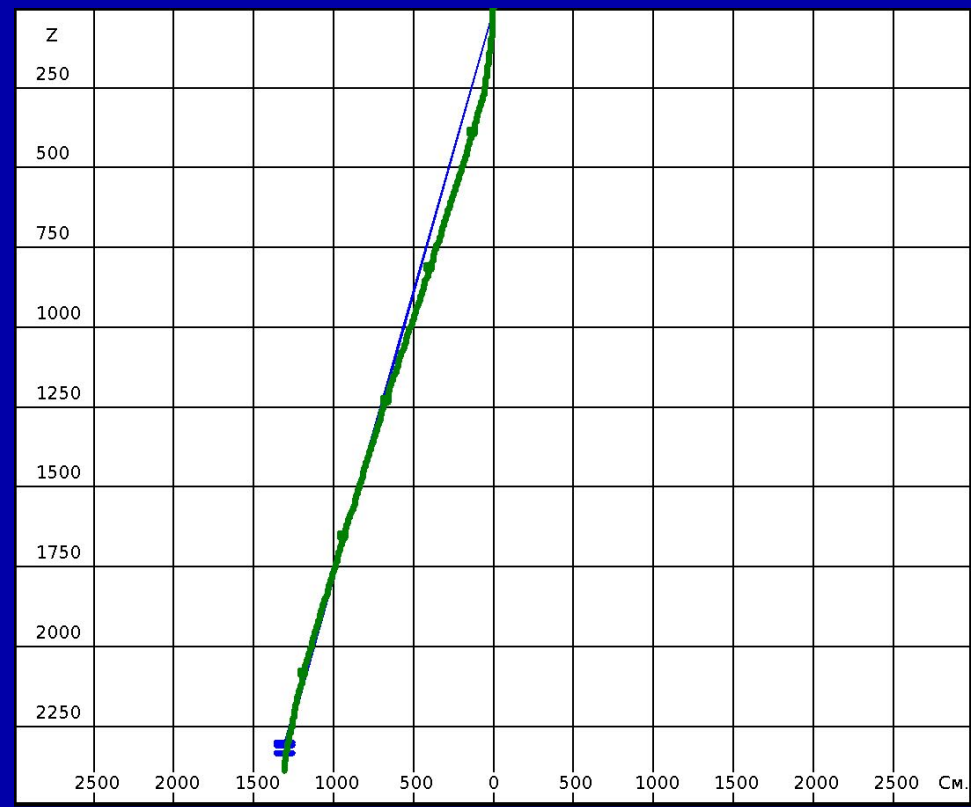
-  - проектная траектория ствола скважины
-  - фактическая траектория ствола скважины



Азимутальная ориентировка ствола скважины (проекция скважины на вертикальную плоскость)

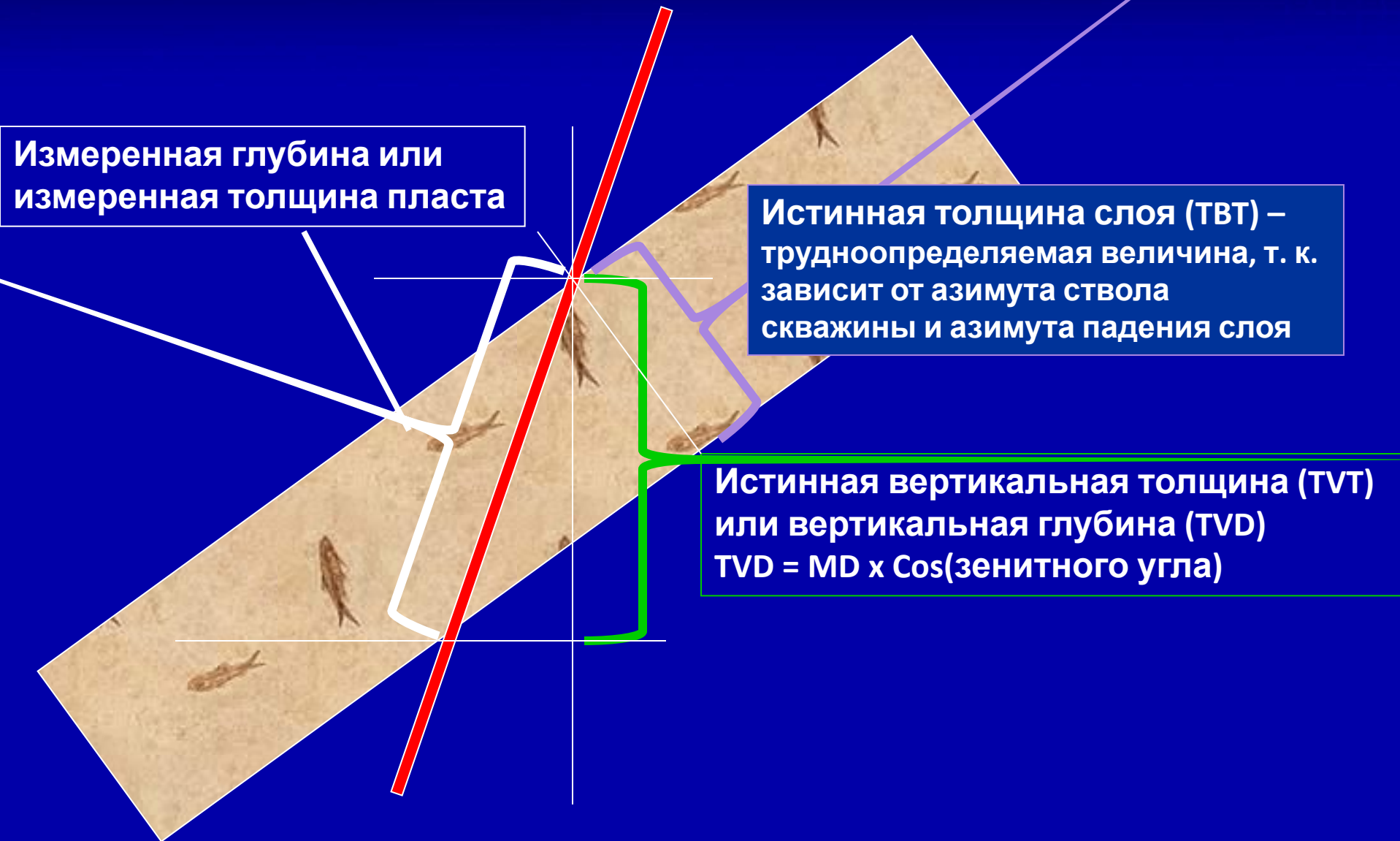
центр профессиональной переподготовки
специализированные магистерские программы

- проектная траектория
стволо скважины
- фактическая траектория
стволо скважины





Отклонение скважины и толщина слоя

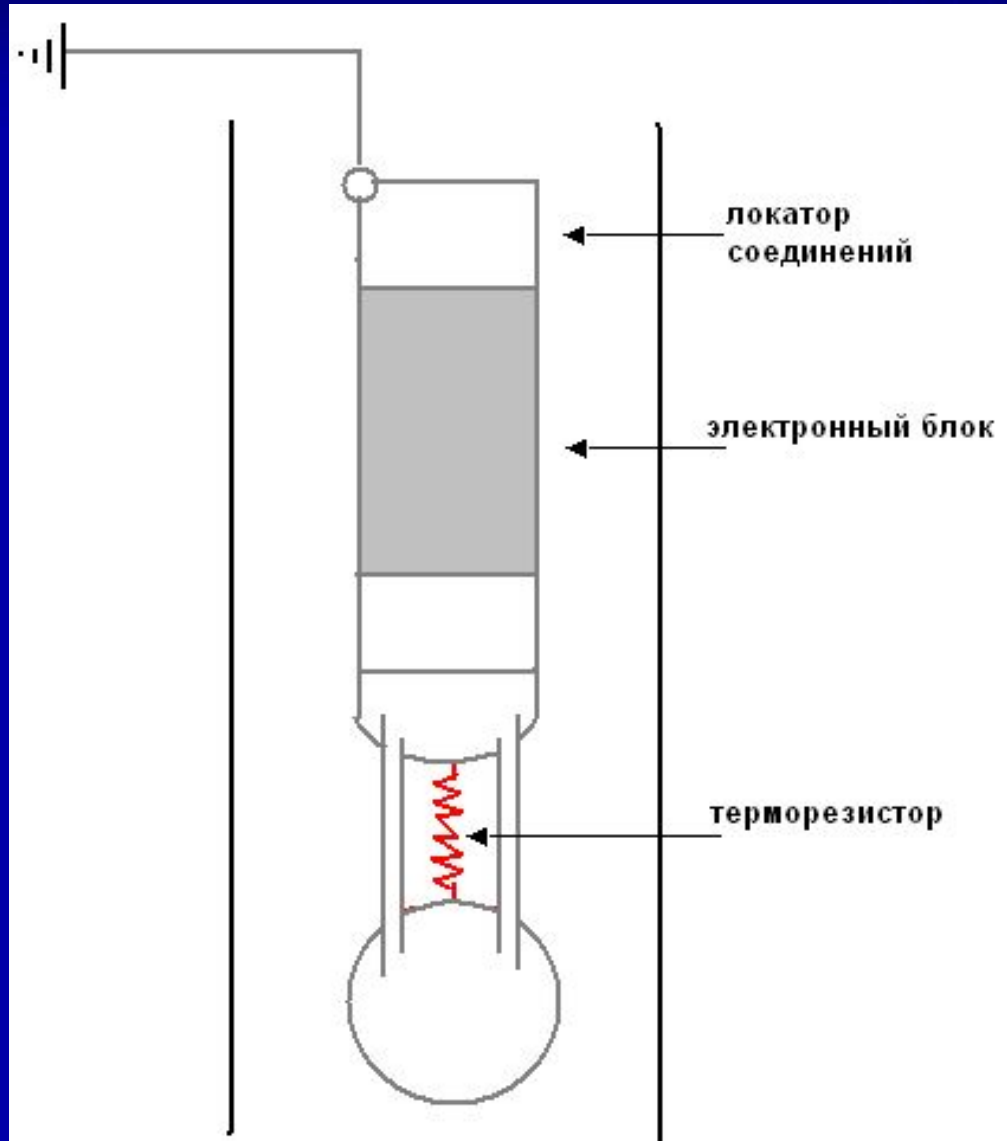




Скважинный термометр

Большинство термометров основаны на одном и том же принципе:

- температура окружающей среды влияет на электрическую проводимость тонкого провода.
- изменения в проводимости фиксируются электронным блоком.





Естественное тепловое поле Земли

Изменение интенсивности солнечного излучения определяет колебания температур пород

Континент

10 – 40м

Водные толщи

до 300м

Слои постоянных суточных и годовых температур (нейтральные слои) – слои, в которых колебания суточных и годовых температур становится незначительными.

$$t_{нс} = T_m$$

$t_{нс}$ – температура нейтрального слоя;

T_m – среднегодовая температура поверхности Земли

Ниже этого слоя повсеместно наблюдается закономерное возрастание температуры с глубиной, определяемое внутренним теплом Земли.

Геотермический градиент

Изменение температуры Земли в °С на 100м глубины.

$$\Gamma_{100} = 100 \frac{(T_2 - T_1)}{H_2 - H_1}.$$

$$\Gamma = q * \xi,$$

ξ - тепловое сопротивление породы.

Этим вызваны изменения значений геотермического градиента при пересечении скважиной различных пород, что отмечается изменением угла наклона термограммы

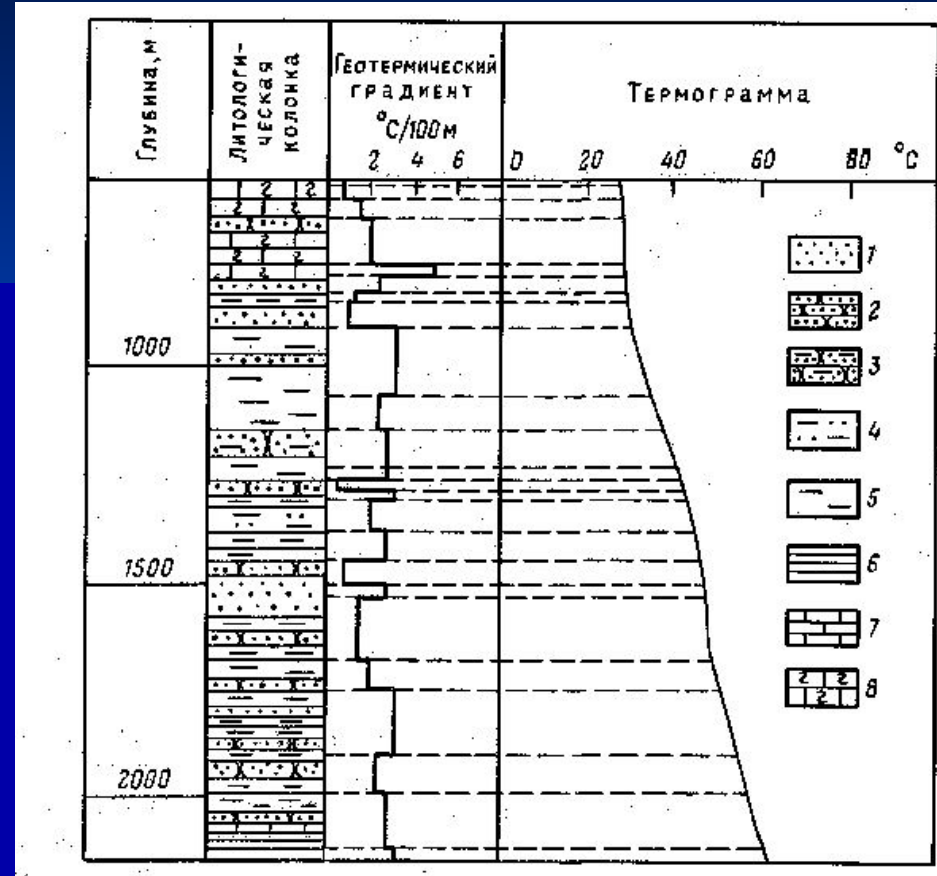
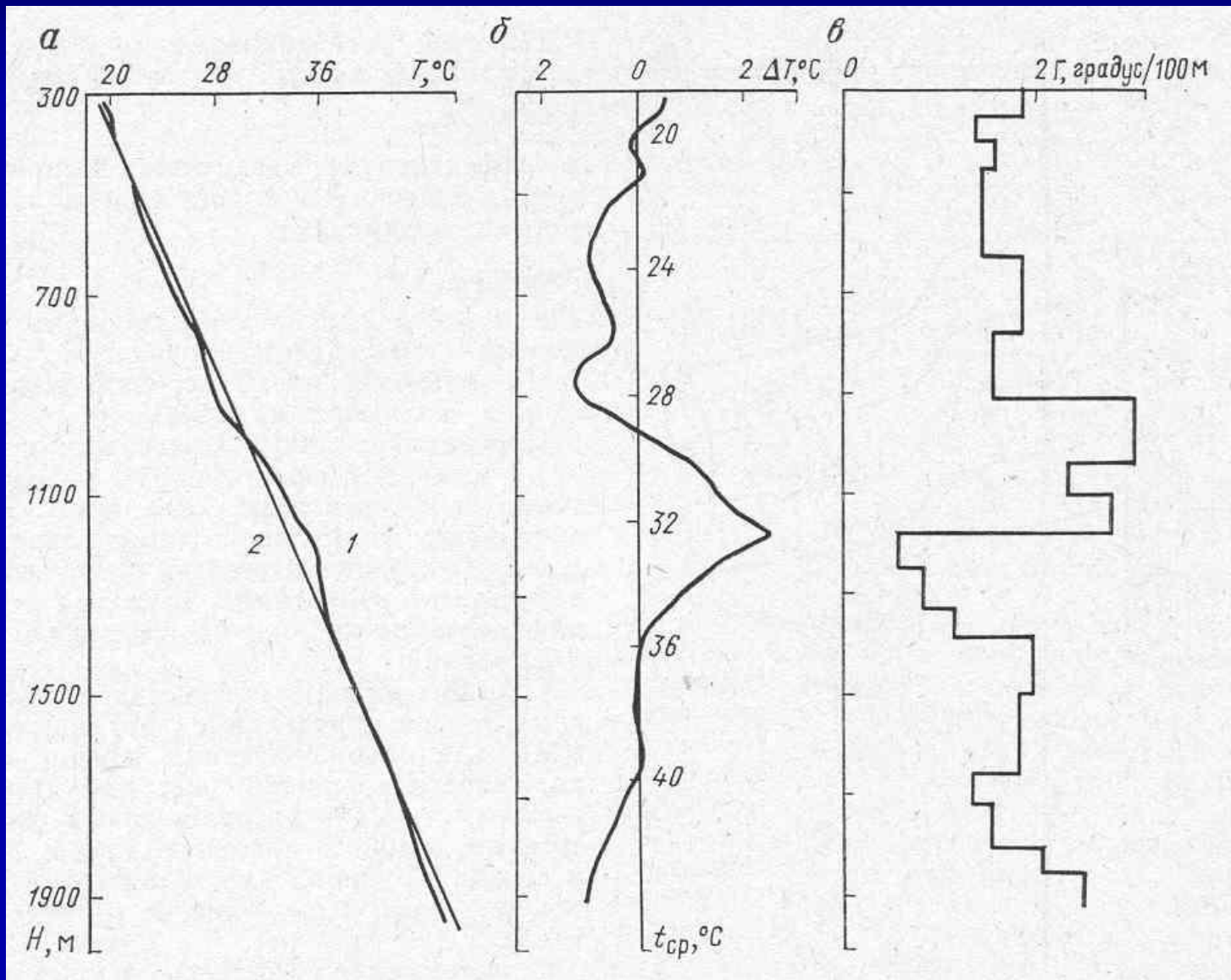


График изменения геотермического градиента Γ по одной из скважин в центральной части Днепровско-Донецкой впадины.
 1—песок; 2—песчаник; 3—глинистый песчаник; 4—глина
 песчанистая; 5—глина-6—аргиллит; 7—известняк; 8—песч. мел



Диаграммы термометрии скважин





Термометрия

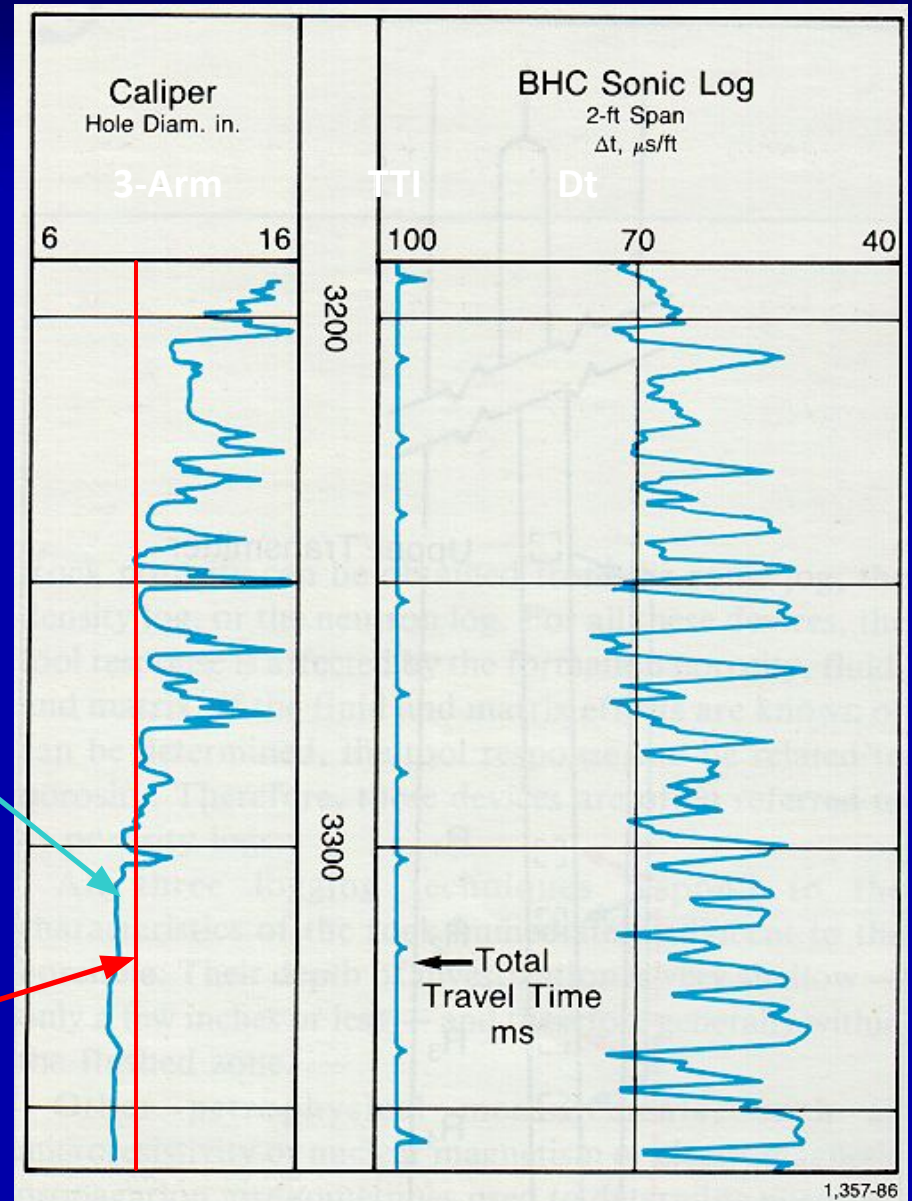
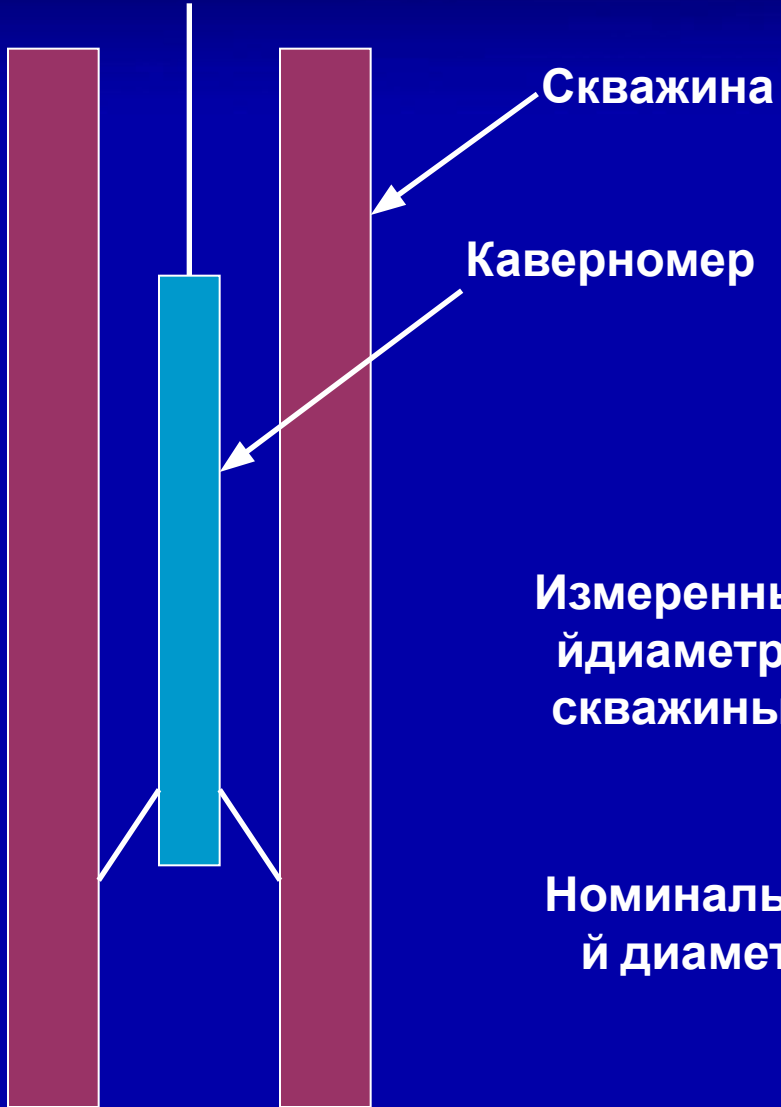
Назначение

- Коррекция показаний других зондов
- Оценка зрелости углеводородов
- Корреляция
- Перетоки жидкостей
- Аномально высокое давление

Кавернометрия скважин - Caliper

Petroleum Learning Centre
центр профессиональной переподготовки
специалистов нефтегазового дела

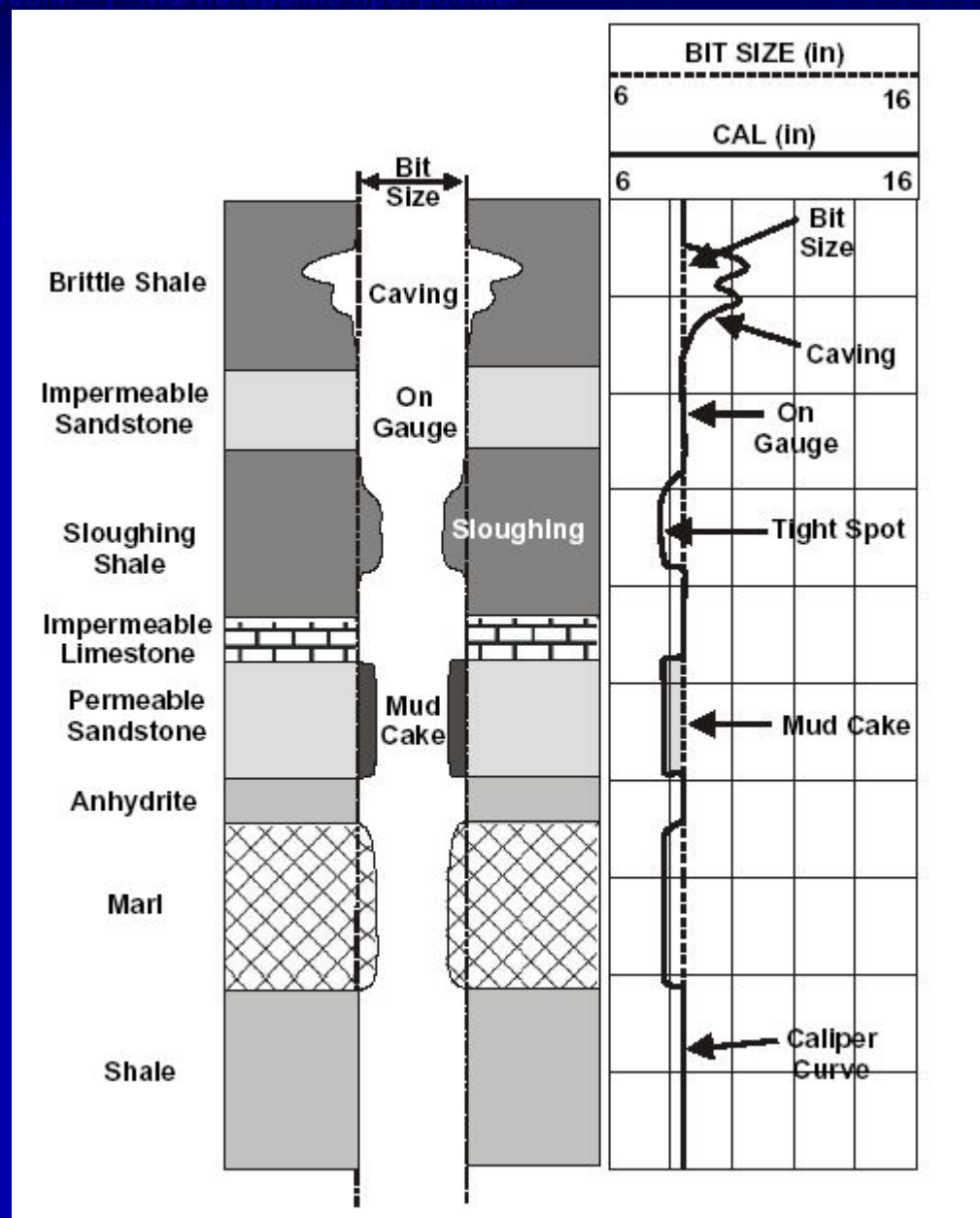
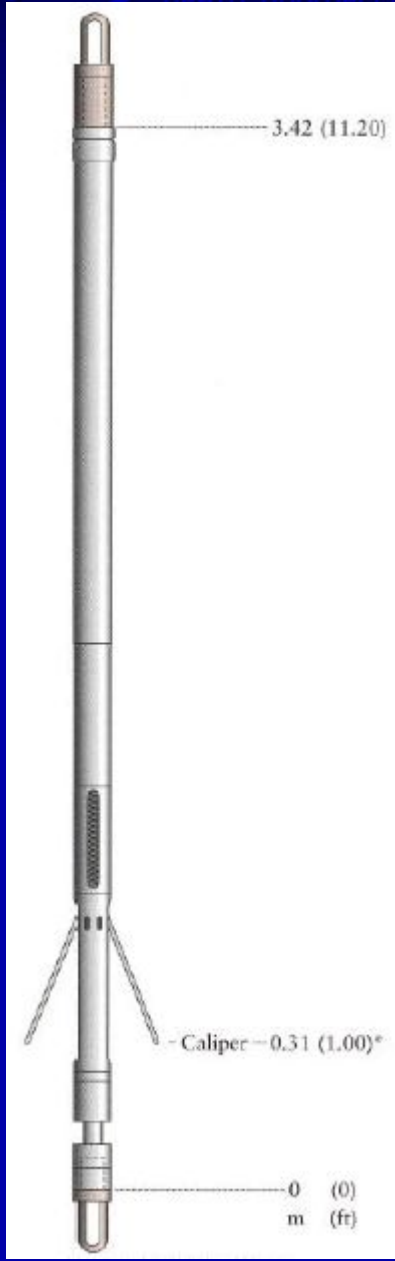
MSc Programs
Магистерские программы



Кавернометрия и литология

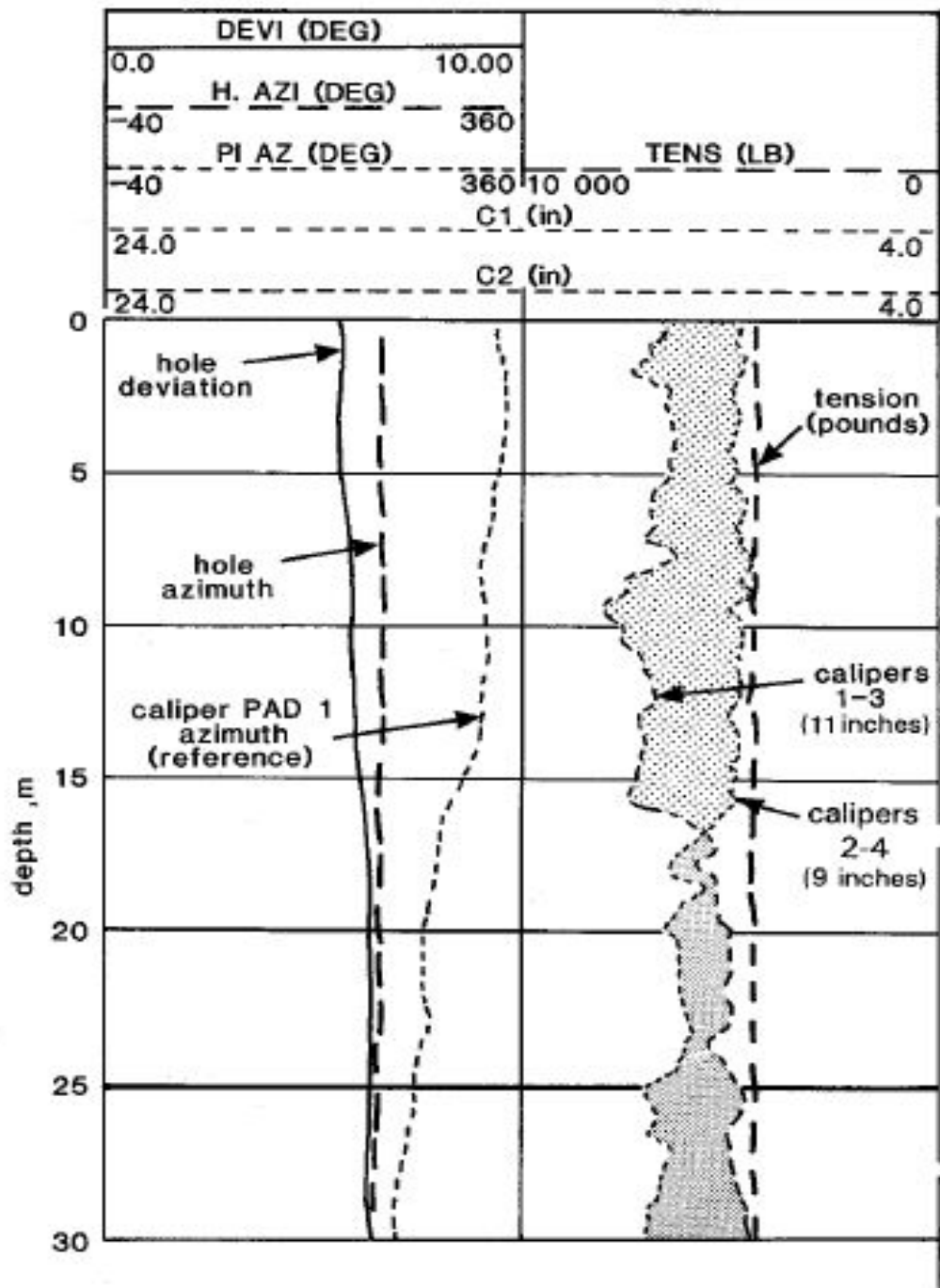
Petroleum Engineering
 центр профессиональной переподготовки
 нефтегазового дела

Магистерские программы

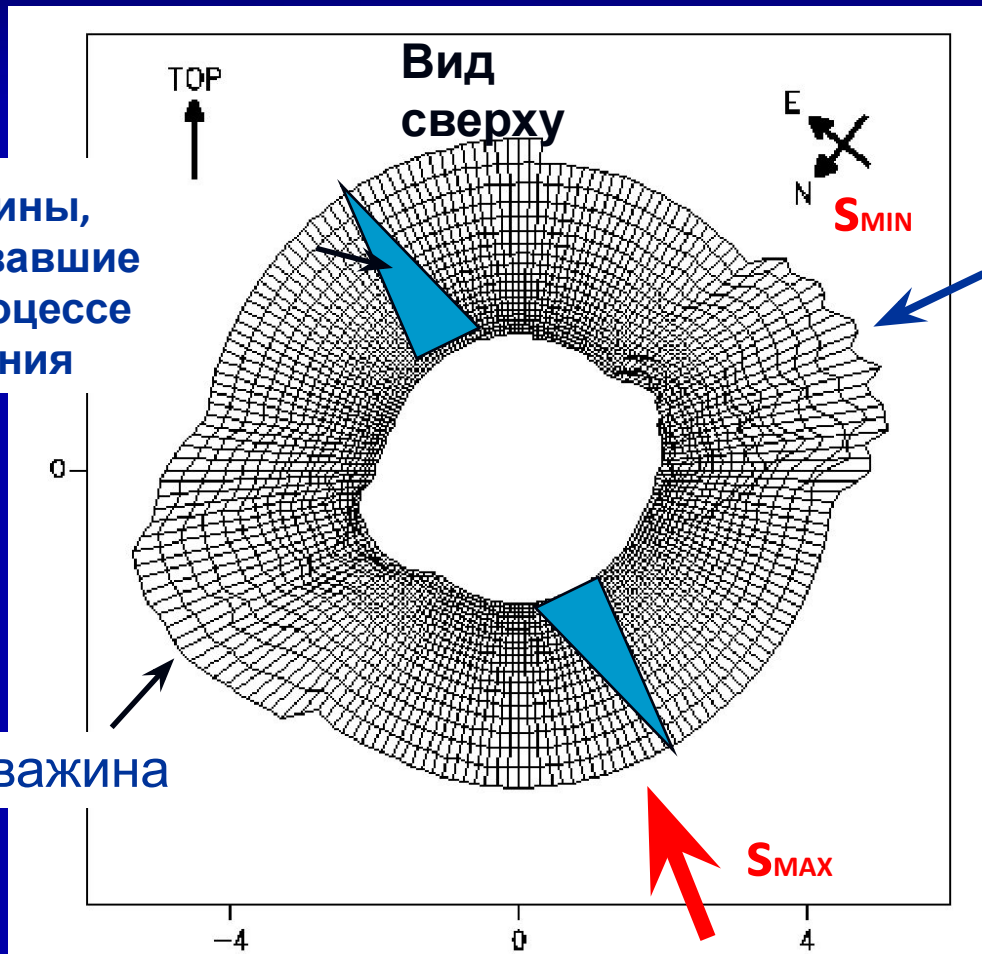


BOREHOLE GEOMETRY LOG

Сводные данные по геометрии скважины по данным калвернометрии и инклинометрии



Ориентация напряжений в скважине по данным кавернометрии



Трещины,
образовавшие
ся в процессе
бурения

скважина

О напряжениях горной породы во время бурения скважин было известно из различных измерений профиля скважины по данным ориентированных каверномеров.



Кавернометрия

Назначение

- Оценка литологии
- Проницаемые/непроницаемые зоны
- Расчет толщины глинистой корки
- Расчет объема скважины
- Расчет требуемого объема цемента
- Оценка формы скважины и коррекции показаний других приборов

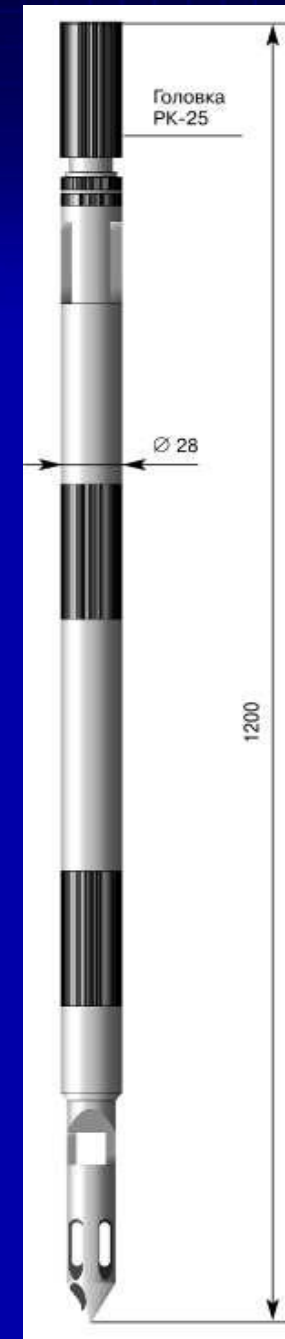


Резистивиметрия

Скважинный резистивиметр

Предназначен для бесконтактного измерения удельной проводимости водонефтяной эмульсии, воды, бурового раствора различной минерализации в колонне, в насосно-компрессорных трубах эксплуатационных и нагнетательных скважин.

В приборе используется индукционный метод измерения электропроводности жидкости.



Резистивиметрия и свойства компонентов бурового раствора

Basic Material

Schlumberger

Estimation of R_{mf} and R_{mc}

Gen-7

Direct measurements of filtrate and mudcake samples are preferred. When not available, filtrate resistivity, R_{mf} , and mudcake resistivity, R_{mc} , may be estimated from one of the following methods.

Method 1

Lowe and Dunlap (Reference 36)

For freshwater muds with mud resistivity, R_m , in the range from 0.1 to 2.0 ohm-m at 75°F [24°C], and *measured* values of R_m and mud density, ρ_m , in pounds per gallon:

$$\log \left(\frac{R_{mf}}{R_m} \right) = 0.396 - 0.0475 \rho_m$$

Method 2

Overton and Lipson (Reference 1)

For drilling muds with mud resistivity, R_m , in the range from 0.1 to 10.0 ohm-m at 75°F [24°C], where K_m is given as a function of mud weight in the table below:

$$R_{mf} = K_m (R_m)^{1.07}$$

$$R_{mc} = 0.69 (R_{mf}) \left(\frac{R_m}{R_{mf}} \right)^{2.65}$$

Example: $R_m = 3.5$ ohm-m at 75°F [24°C]

Mud weight = 12 lbm/gal [1440 kg/m³]

Therefore, $K_m = 0.584$

$R_{mf} = (0.584)(3.5)^{1.07} = 2.23$ ohm-m at 75°F

$R_{mc} = 0.69(2.23)(3.5/2.23)^{2.65} = 5.07$ ohm-m at 75°F

The calculated value of R_{mf} is more reliable than that of R_{mc} .

Mud Weight		K_m
lbm/gal	kg/m ³	
10	1200	0.847
11	1320	0.708
12	1440	0.584
13	1560	0.488
14	1680	0.412
16	1920	0.380
18	2160	0.350

Method 3

A statistical approximation, for predominantly NaCl muds, is $R_{mc} = 1.5 R_m$, and $R_{mf} = 0.75 R_m$.



Petroleum Learning Centre
центр профессиональной переподготовки
специалистов нефтегазового дела

MSc Programs
Магистерские программы



Методы ГИС для решения геологических задач



Классификация методов ГИС для решения геологических задач

Методы ГИС для решения
геологических задач

Электрические

Радиоактивные

Другие

Пассивные методы используют
естественные физические поля без внешнего
источника возбуждения

Активные методы используют
искусственно возбужденные поля,
воздействующие на геологическую
среду



Электрические методы

- **Метод ПС - SP**
- **Метод КС – conventional electric log (SN, LN, LAT)**
- **Индукционный метод – (ILD, ILM, DIL)**
- **Боковой каротаж – LLD, LLS, DLL, SFL**
- **Электромагнитный каротаж - EPT**
- **Микрометоды**
 - **микробоковой каротаж – MSFL, MLL, PL**
 - **микроэлектрокаротаж КС - ML**



Радиоактивные методы

- Гамма каротаж - GR
- Спектральный гамма каротаж – SGR, NGR
- Гамма-гамма каротаж
 - плотностной гамма-гамма каротаж – FDC
 - селективный гамма-гамма каротаж – LDT
- Нейтронный каротаж
 - нейтронный гамма каротаж – GNT, NEUT
 - нейтрон-нейтронный по тепловым нейтронам – CNL
 - нейтрон-нейтронный каротаж по надтепловым нейтронам – SNP



Другие методы

- **Комплекс геолого-технических исследований (+ газовый каротаж) - MudLog**
- **Акустический каротаж**
 - по времени пробега волн – VHC, LSS
 - широкополосный – Array Sonic - AST
- **Ядерно-магнитный резонанс – NMR**
- **Рентгено-радиометрический каротаж – GLT**
- **Методы сканирования скважин - (FMI – Full bore Formation Micro imager / UBI – Ultrasonic borehole imager)**

Методы контроля технического состояния скважин

- Инклинометрия - DEVI
- Кавернометрия – CALI (MCAL)
- Термометрия - TEMP
- Резистивиметрия - MRES

Рекомендуемые комплексы ГИС для изучения геологических разрезов скважин



Petroleum Learning Centre
центр профессиональной переподготовки специалистов нефтегазового дела

MSc Programs
Магистерские программы



Задачи исследований	Состав комплекса
Общие (по всему разрезу скважины)	Метод ПС – SP, Индукционный метод – ILD, ILM, Боковой каротаж – LLD, LLS, DLL, Гамма каротаж – GR, Плотностной гамма-гамма каротаж – FDC, Нейтрон-нейтронный по тепловым нейтронам – CNL, Акустический каротаж по времени пробега волн – VHC, LSS + все методы исследования технического состояния скважин
Детальные (в продуктивном интервале)	Метод ПС – SP, Индукционный метод – ILD, ILM, Боковой каротаж – SFL, Спектральный гамма каротаж – SGR , Плотностной и литоплотностной гамма-гамма каротаж – FDC+LDT, Нейтрон-нейтронный по тепловым нейтронам – CNL, Широкополосный акустический каротаж волн – AST , Микробоковой каротаж – MSFL, MLL, PL, Ядерно-магнитный резонанс – NMR, Методы сканирования скважин – FMI / IFL



Характеристики приборов

- Глубина исследования
- Вертикальное разрешение
- Форма поля исследования
- Скорость подъема



Petroleum Learning Centre
центр профессиональной переподготовки
специалистов нефтегазового дела

MSc Programs
Магистерские программы



Факторы, осложняющие данные ГИС

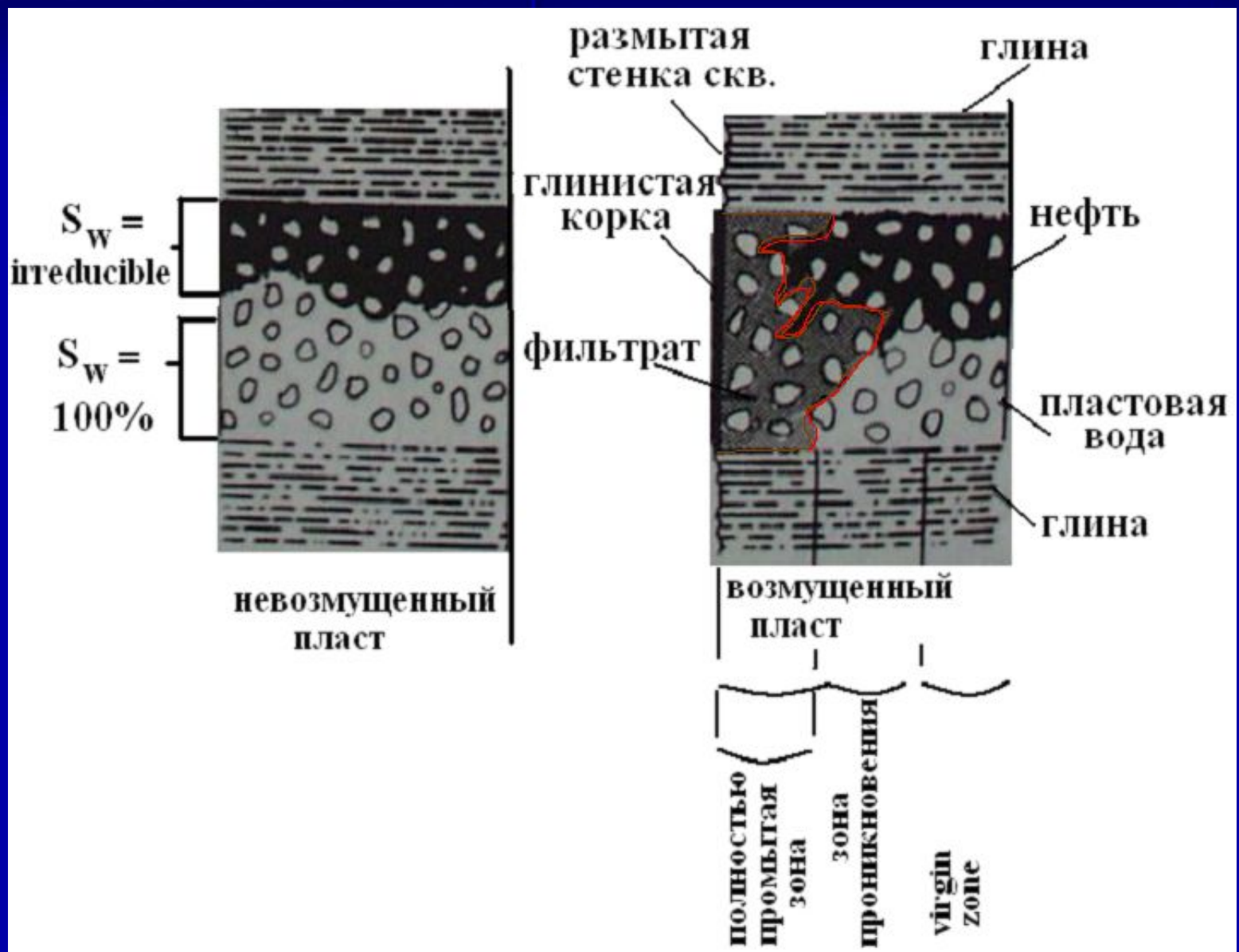


Буровой раствор

Служит для:

- смазки долота
- выноса шлама
- стабилизации стенок скважины
- предотвращения выбросов (НГВП)

Структура зоны проникновения

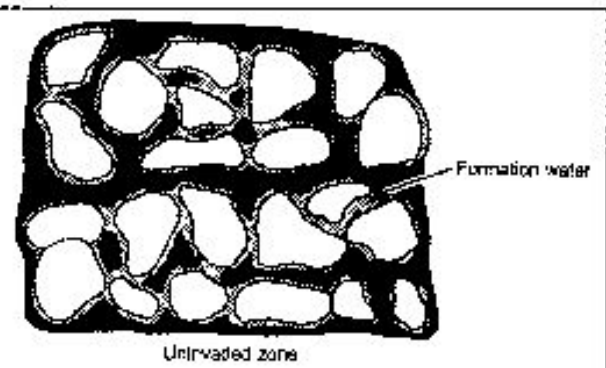


Заполнение порового пространства различными

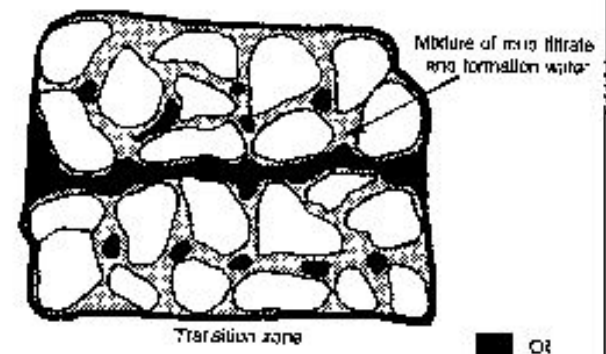
центр профессиональной переподготовки
специалистов нефтегазового дела

Магистерские программы

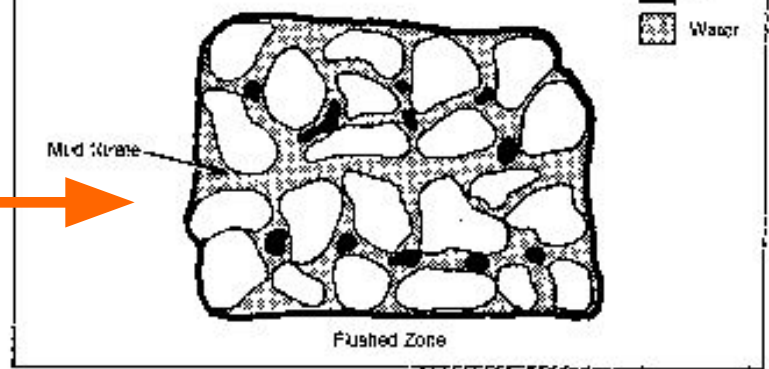
Uninvaded
zone



Transition
zone

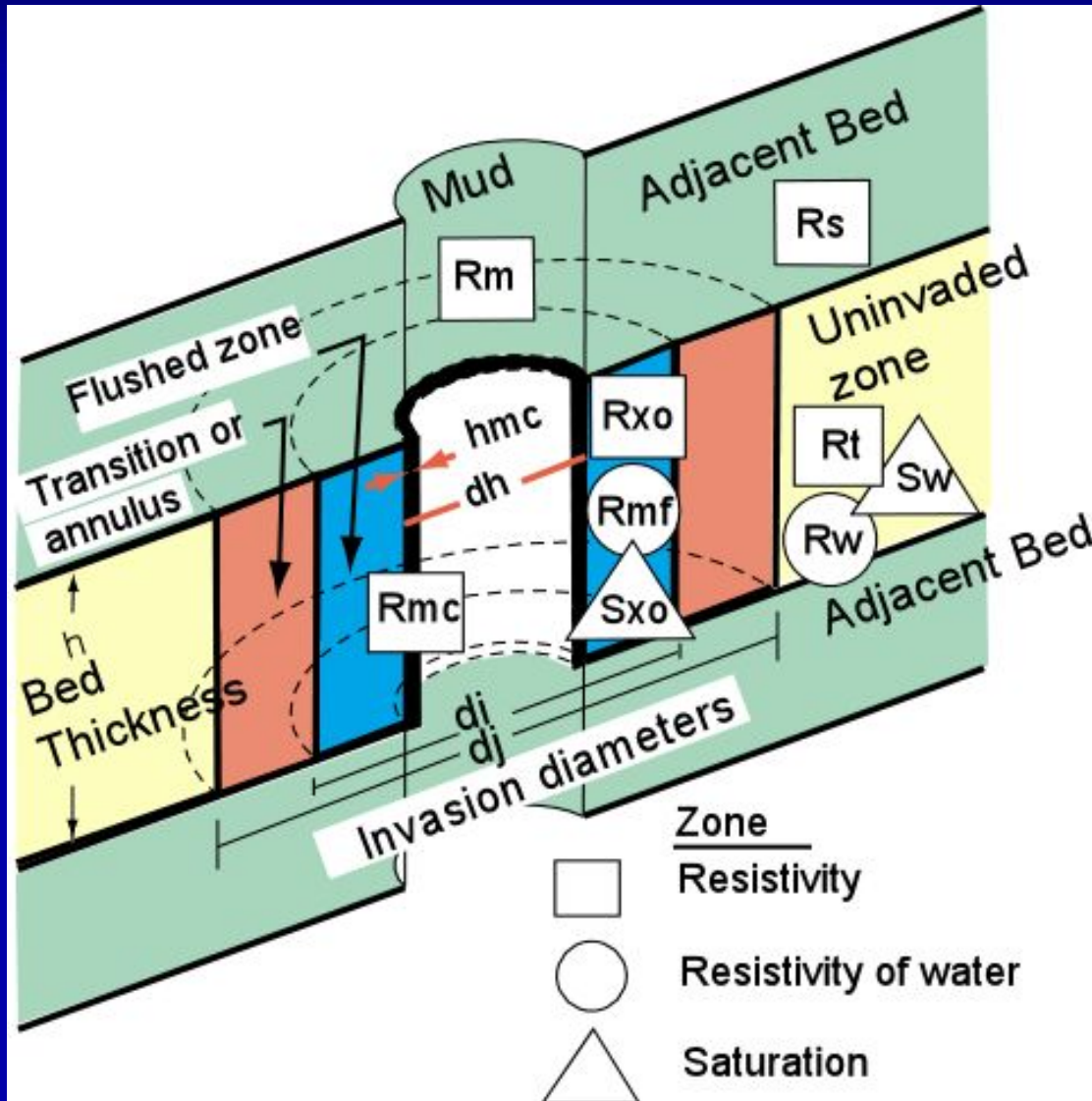


Flushed
zone





Параметры зоны проникновения



R = уд. сопротивление
($\Omega \cdot m$)

R_t , R_w , R_{xo} , R_{mf}

S = насыщенность (%)

S_w , S_{xo} , S_o , S_{gas}

d = диаметр (дюймы или мм)

h = толщина слоя (футы или метры)

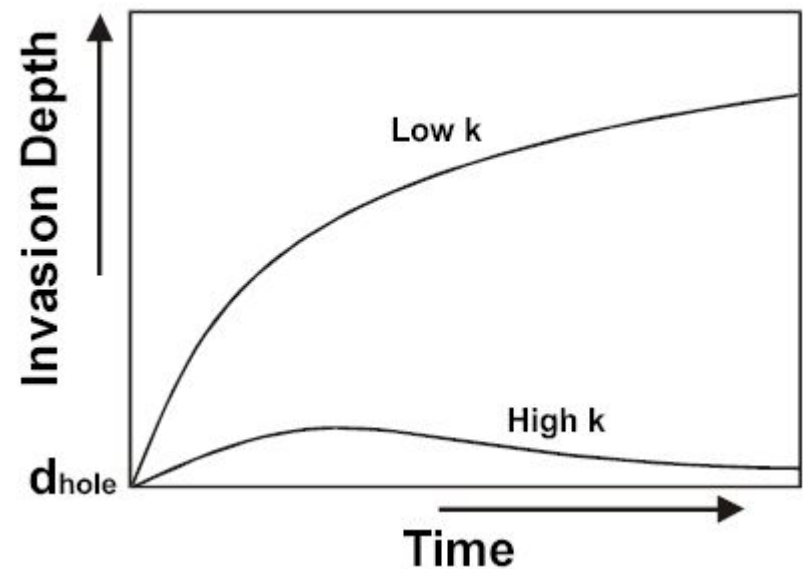
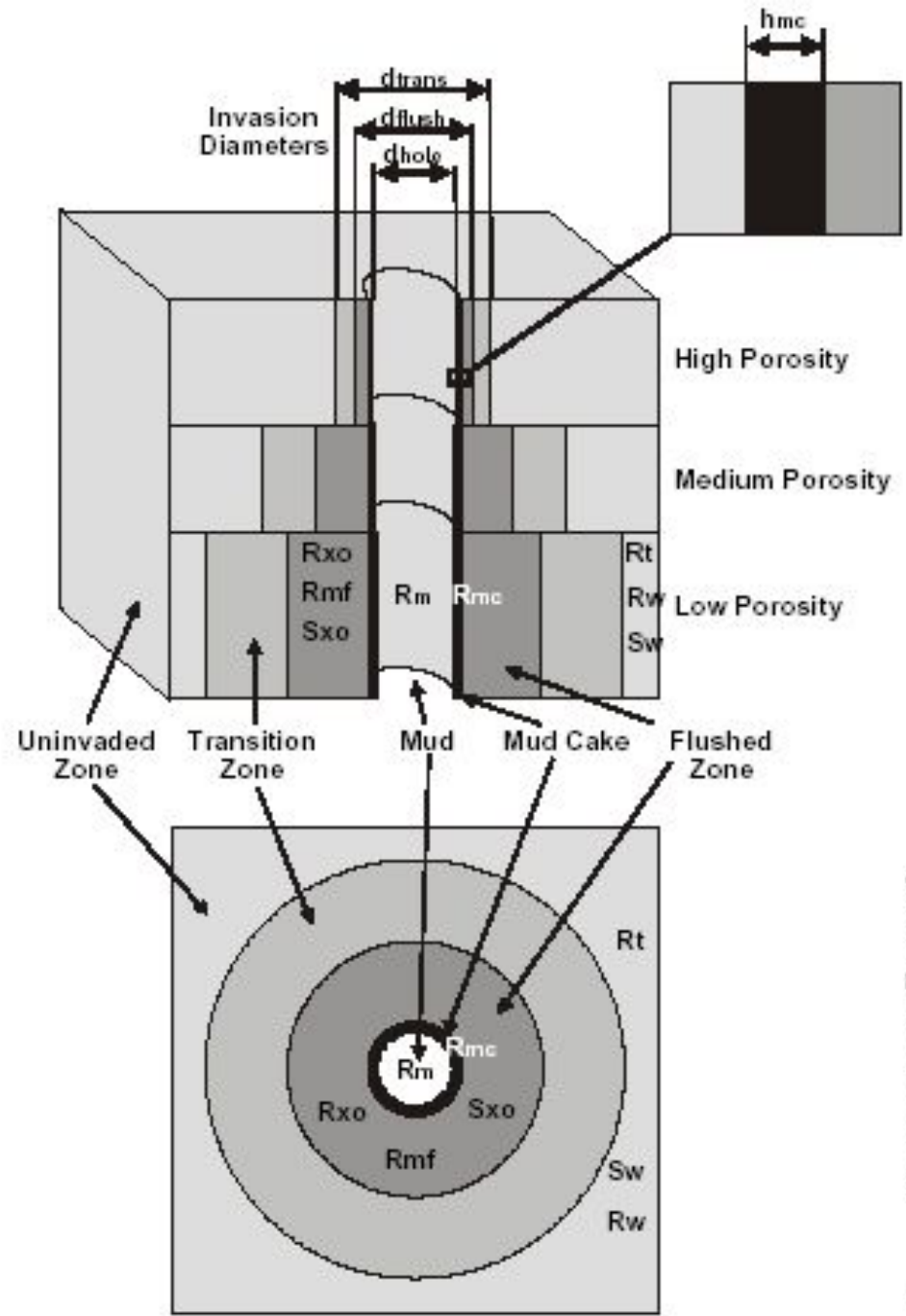
Зона

Электр. сопротивление

Электр. сопротивление воды

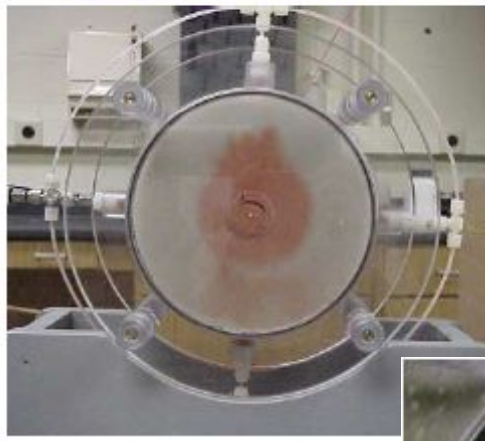
Насыщенность

Влияние параметров пласта на зону проникновения



Зона проникновения фильтрата бурового раствора в пласт

**MUD-
FILTRATE
INVASION
EXPERIMENT**



Проникновение бурового раствора на водной основе в пласт

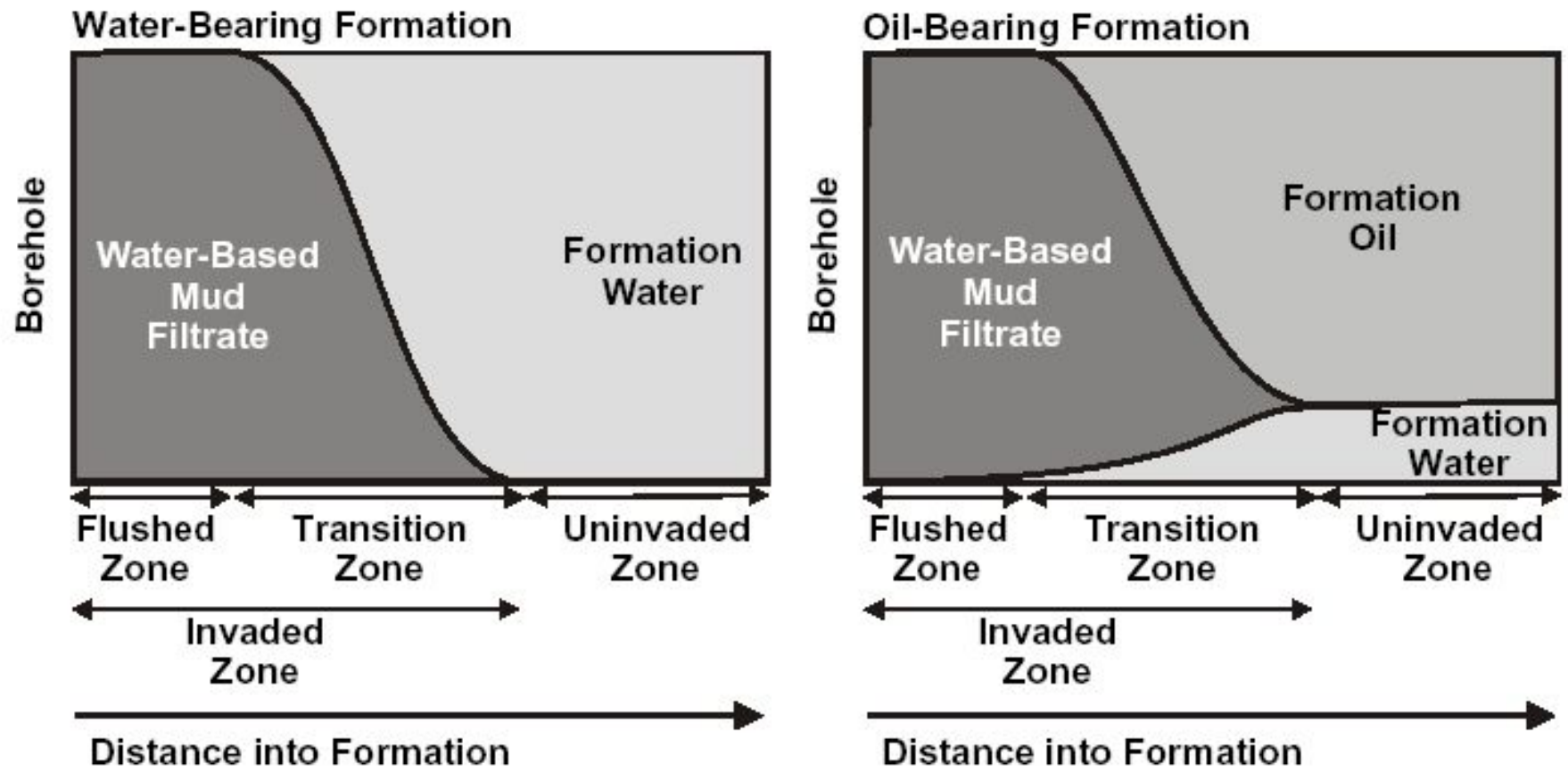


Figure 6.4 Invasion profiles for water-based muds in water and oil bearing formations.

Проникновение бурового раствора на нефтяной основе в пласт

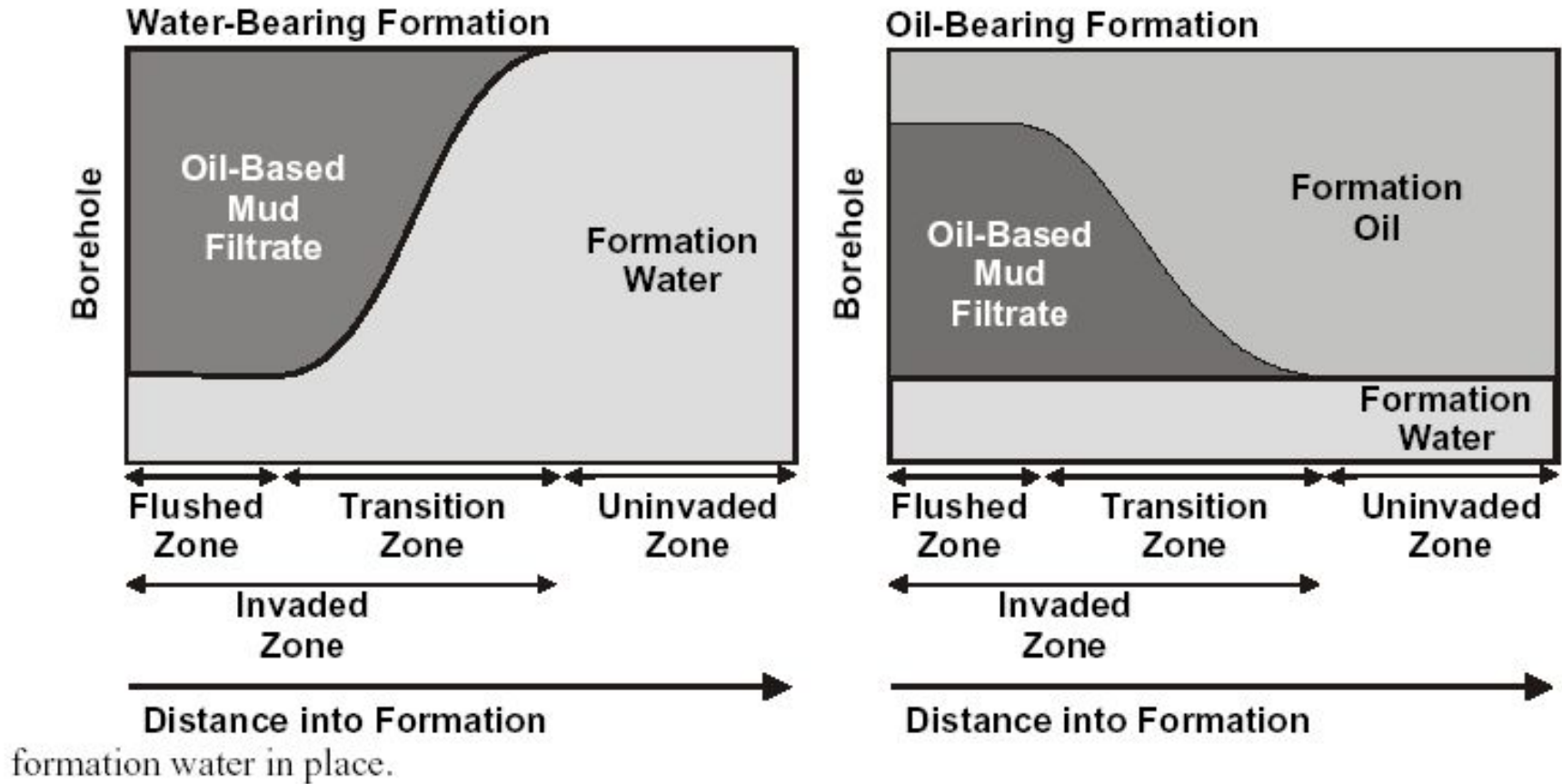
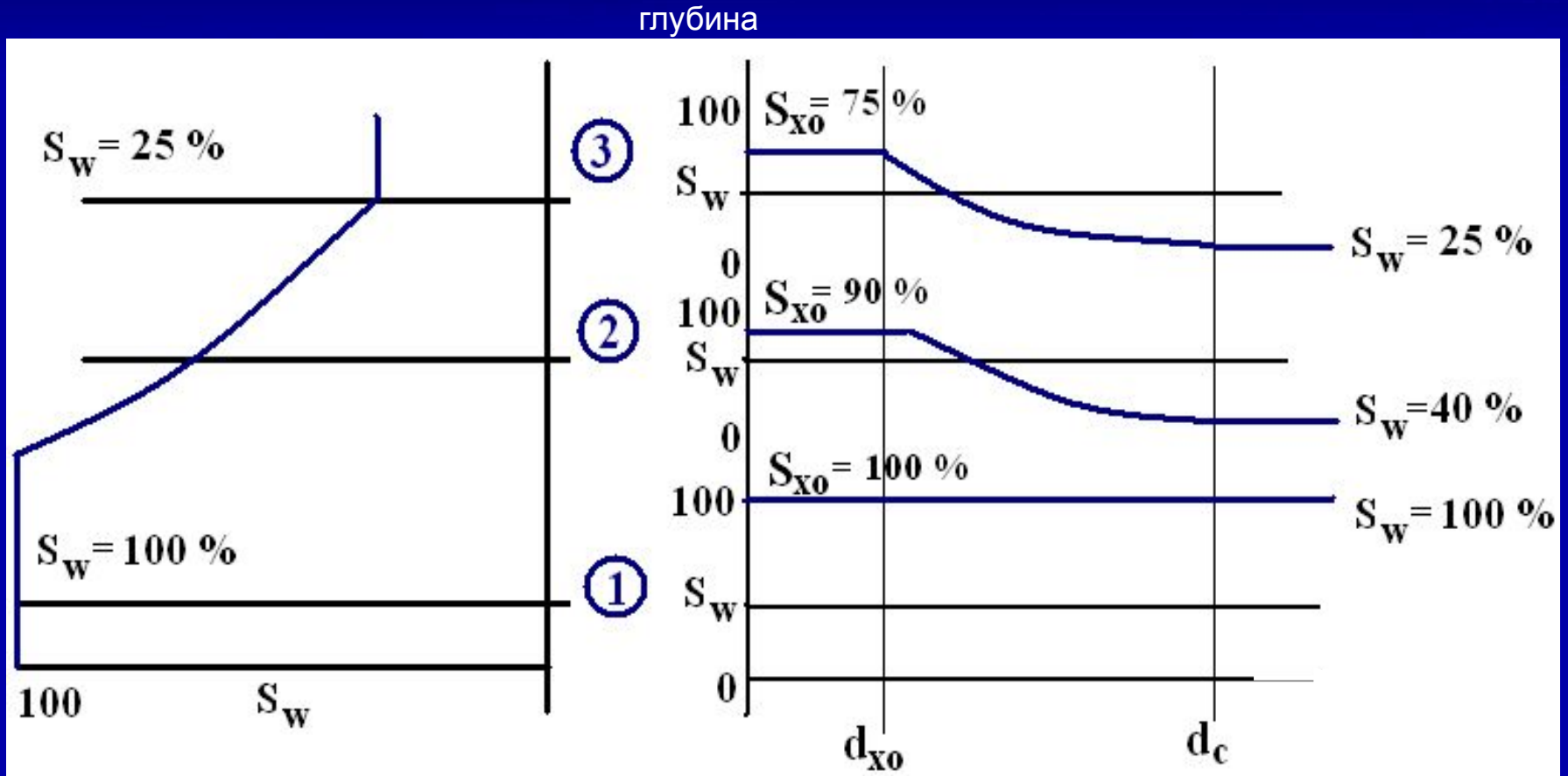


Figure 6.5 Invasion profiles for oil-based muds in water and oil bearing formations.



Профиль насыщенности в зоне проникновения



СТЕНКИ СВ.

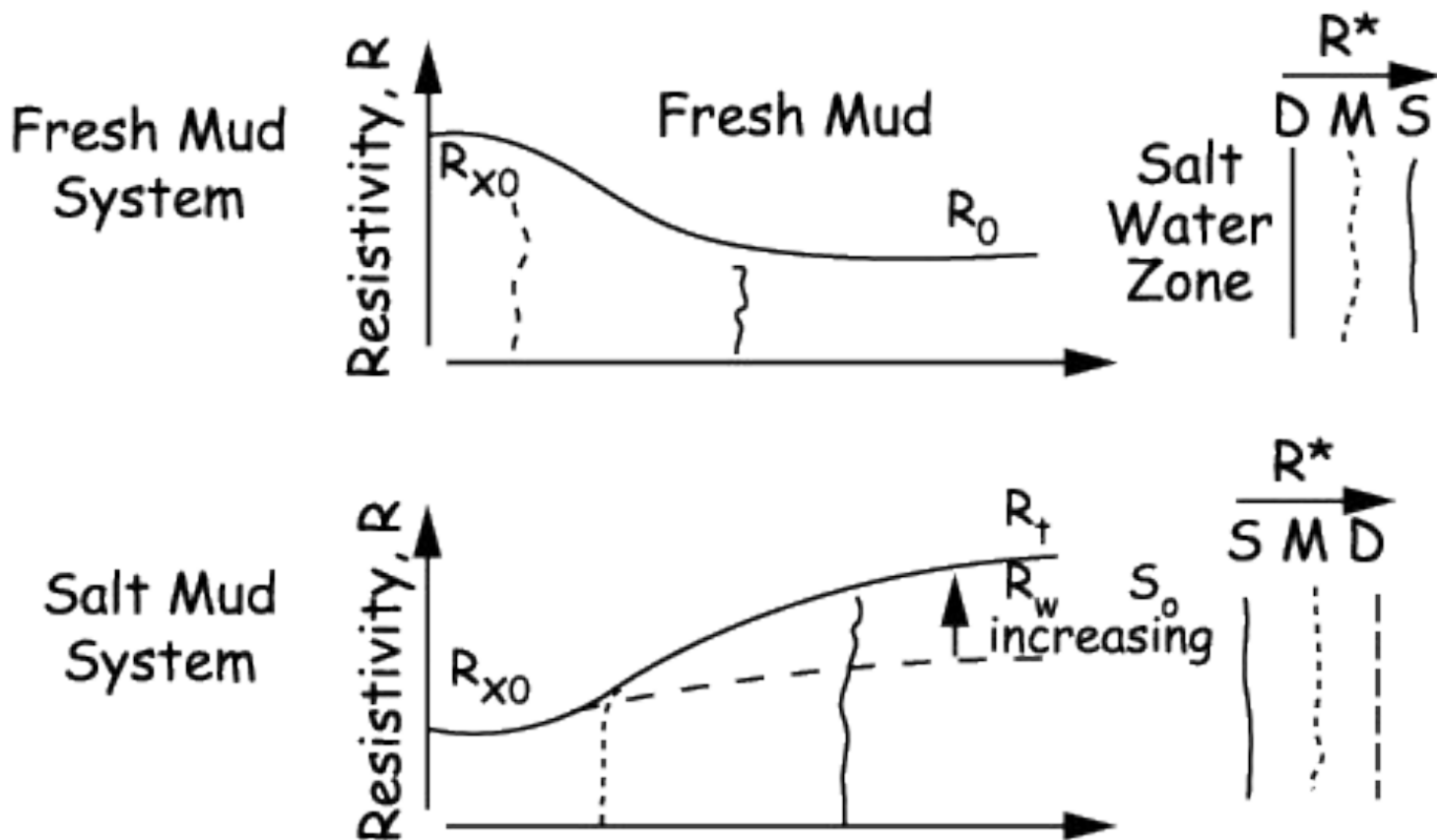
Невозмущенный пласт

Промытая
зона

Зона
проникновения

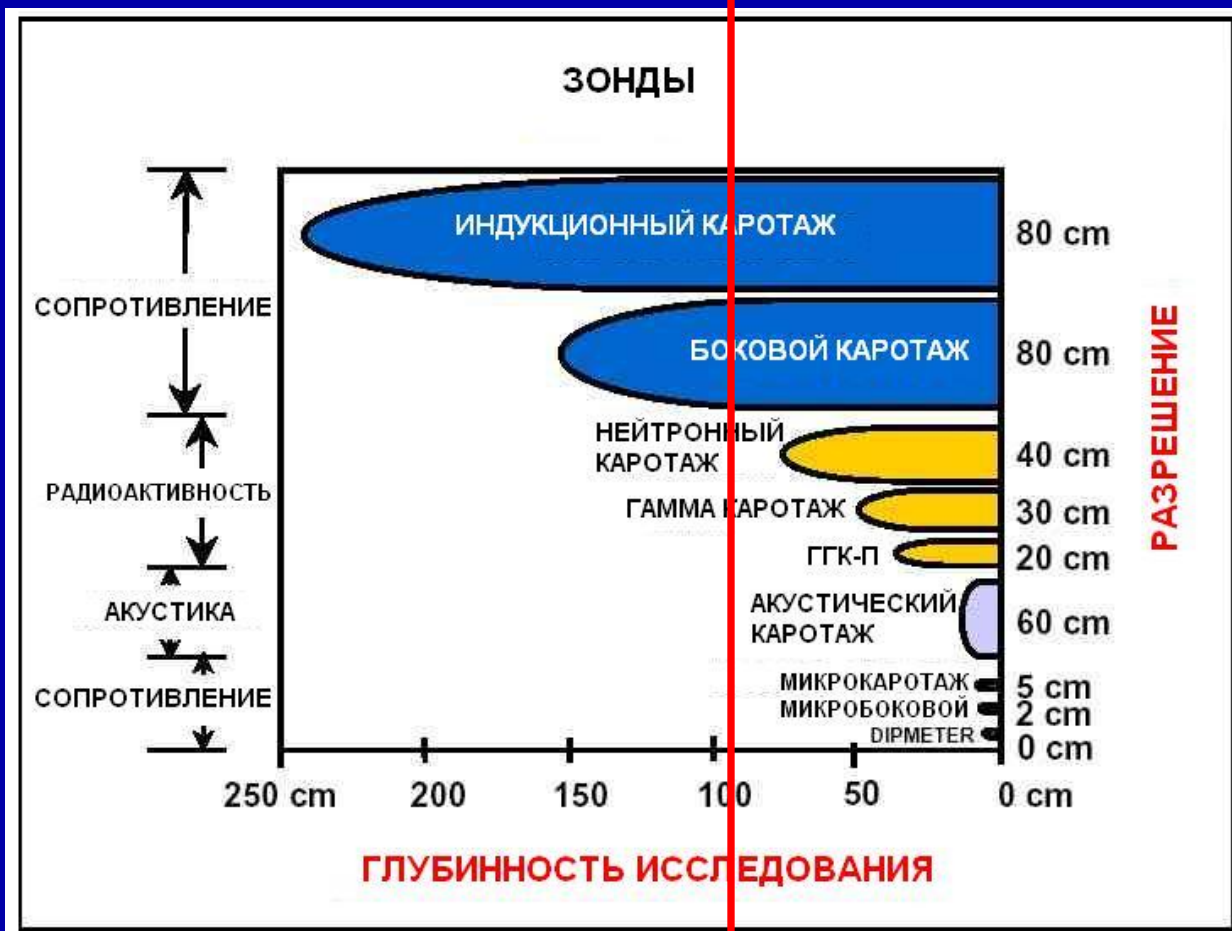
Незатронутая
зона

Resistivity profiles from shallow (S), medium (M) and deep (D) resistivity logs in fresh and salt mud systems





Разрешающая способность методов в сопоставлении с зоной проникновения



Зона проникновения

Влияние

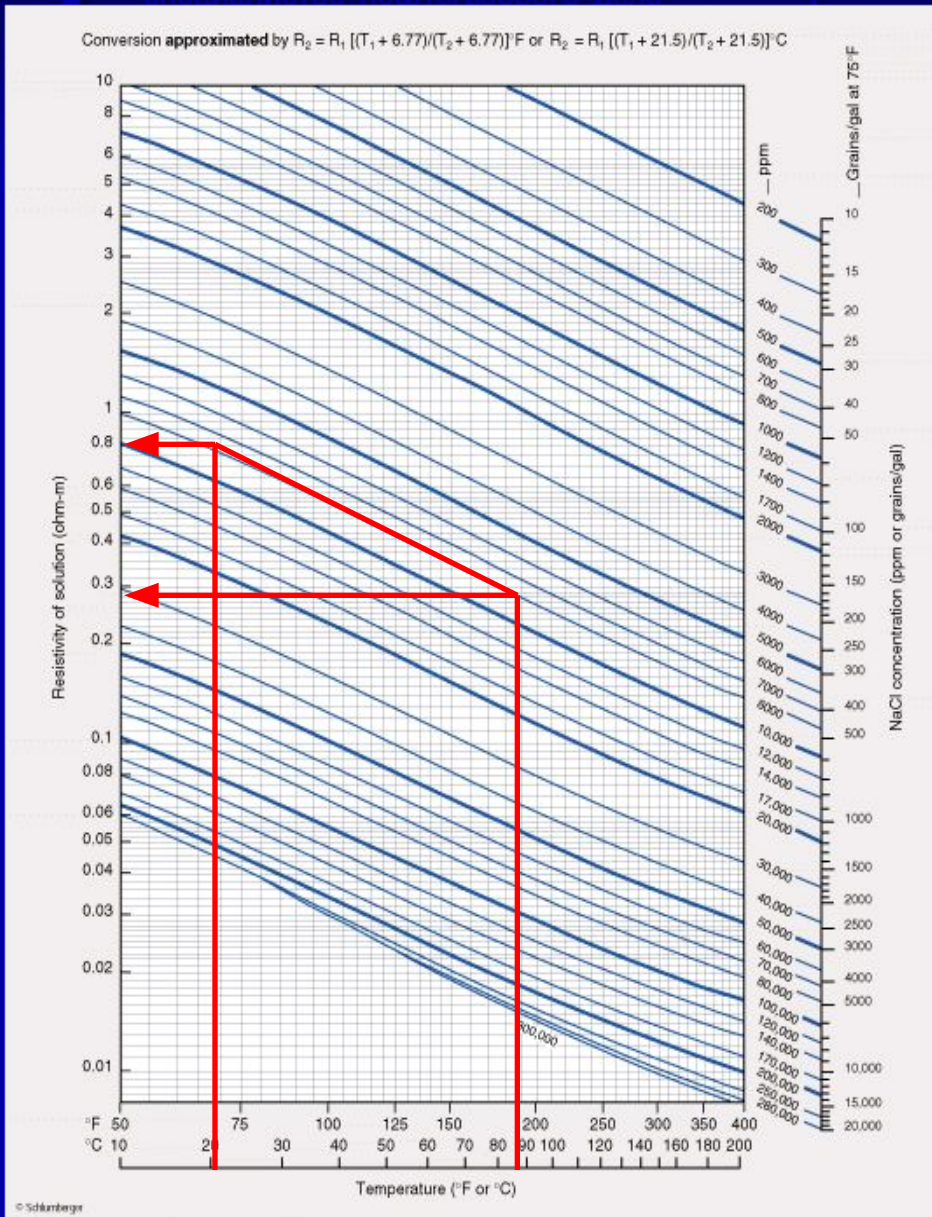
пластовых условий –

температура

Повышение температуры
 приводит к уменьшению
 удельного электрического
 сопротивления пластовых
 вод, бурового раствора и его
 фильтрата

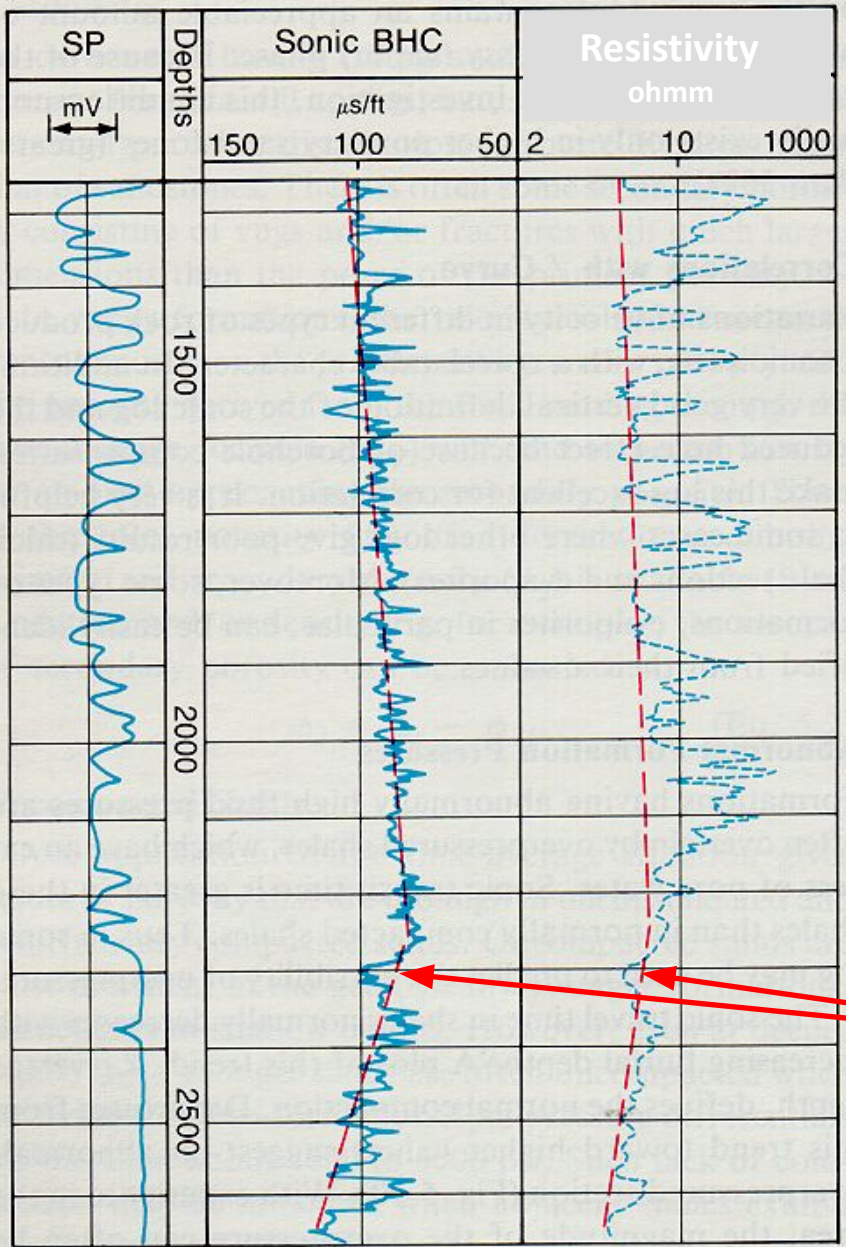
$R_w = 0.80 \text{ Ohm-m} @ 21 \text{ C}$
 $R_w = 0.29 \text{ Ohm-m} @ 87 \text{ C}$
 Концентрация солей
 постоянна и
 составляет 8000
 промилле (ppm)

Gen



Влияние пластовых условий - давление

По мере увеличения температуры и давления флюидов межзерновые контакты ослабляются, это проявляется в увеличении времени пробега волны. Уменьшение сопротивления также будет свидетельствовать об увеличении доли воды в песчаниках и глинах.



1,381-86

Зона АВПД

Fig. 5-10—Detecting overpressured zone with the sonic log.



Petroleum Learning Centre
центр профессиональной переподготовки
специалистов нефтегазового дела

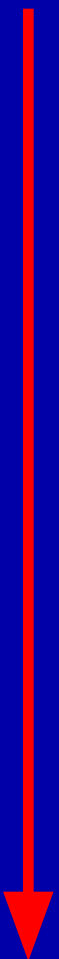
MSc Programs
Магистерские программы



Последовательность решения геологических задач и области применения различных методов ГИС



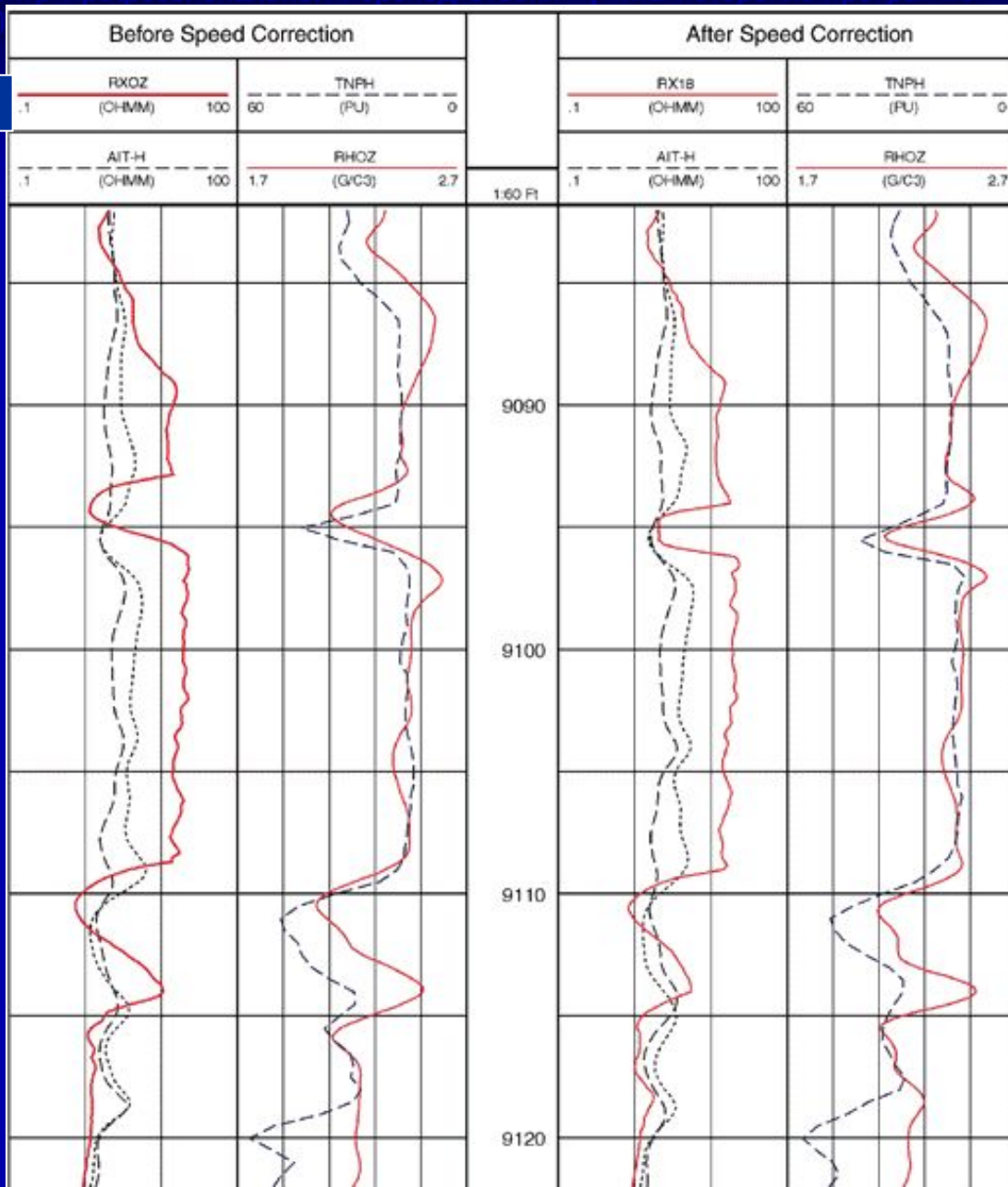
Summary of Procedures Used in Interpretation

- 
- Correlate and depth match logs
 - Interpret Lithology
 - Identify permeable and non-permeable zones from logs
 - Divide formations into water and hydrocarbon bearing zones
 - Determine the porosity of the zones of interest
 - Determine the saturation



Глубинная увязка ГИС

До
коррекции

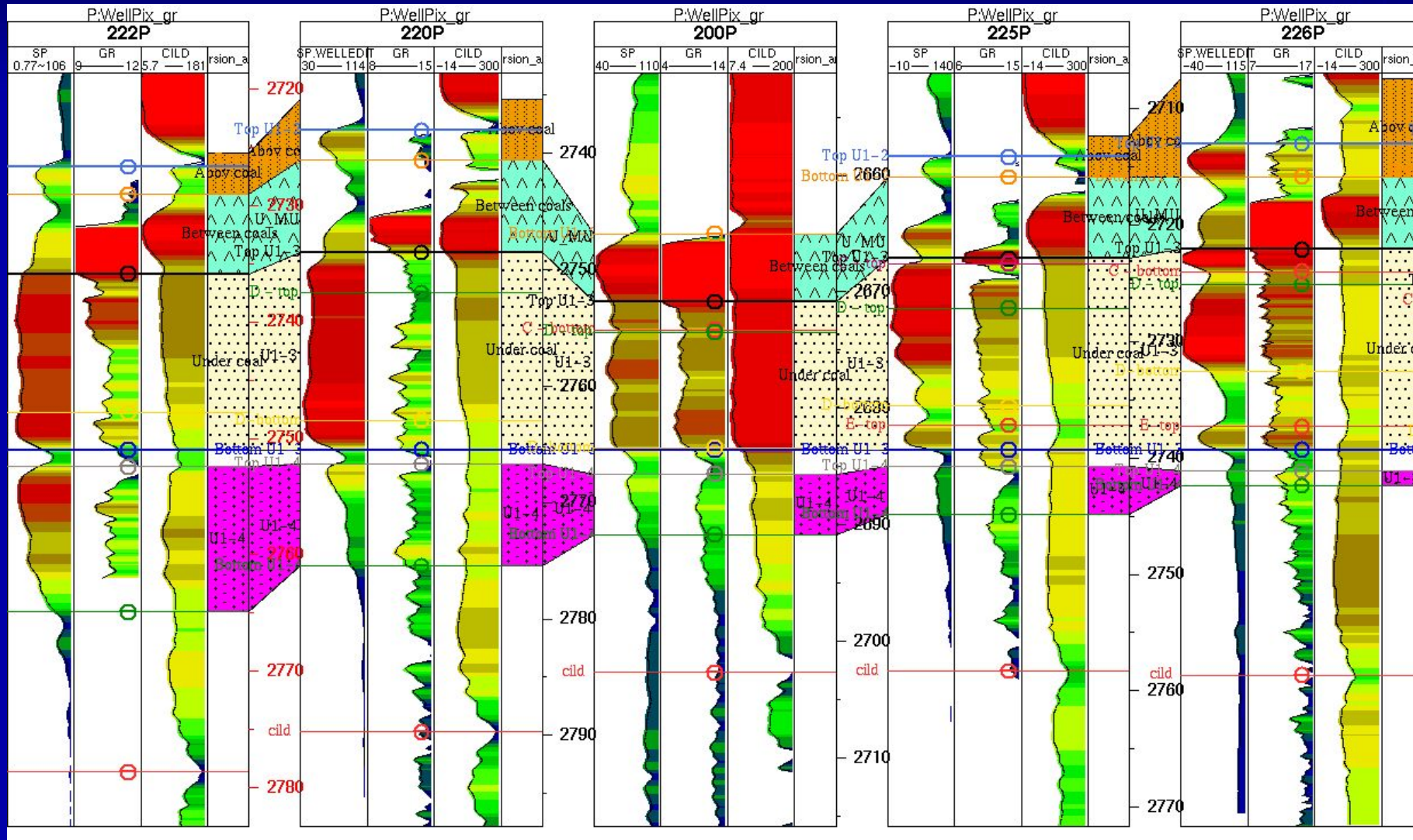


После
коррекции

Вариации в вычисленных параметрах часто являются результатом плохой глубинной увязки входных каротажей. Это будет создавать расхождения в тонкослоистых пластах и приводить к неверной интерпретации типов горных пород

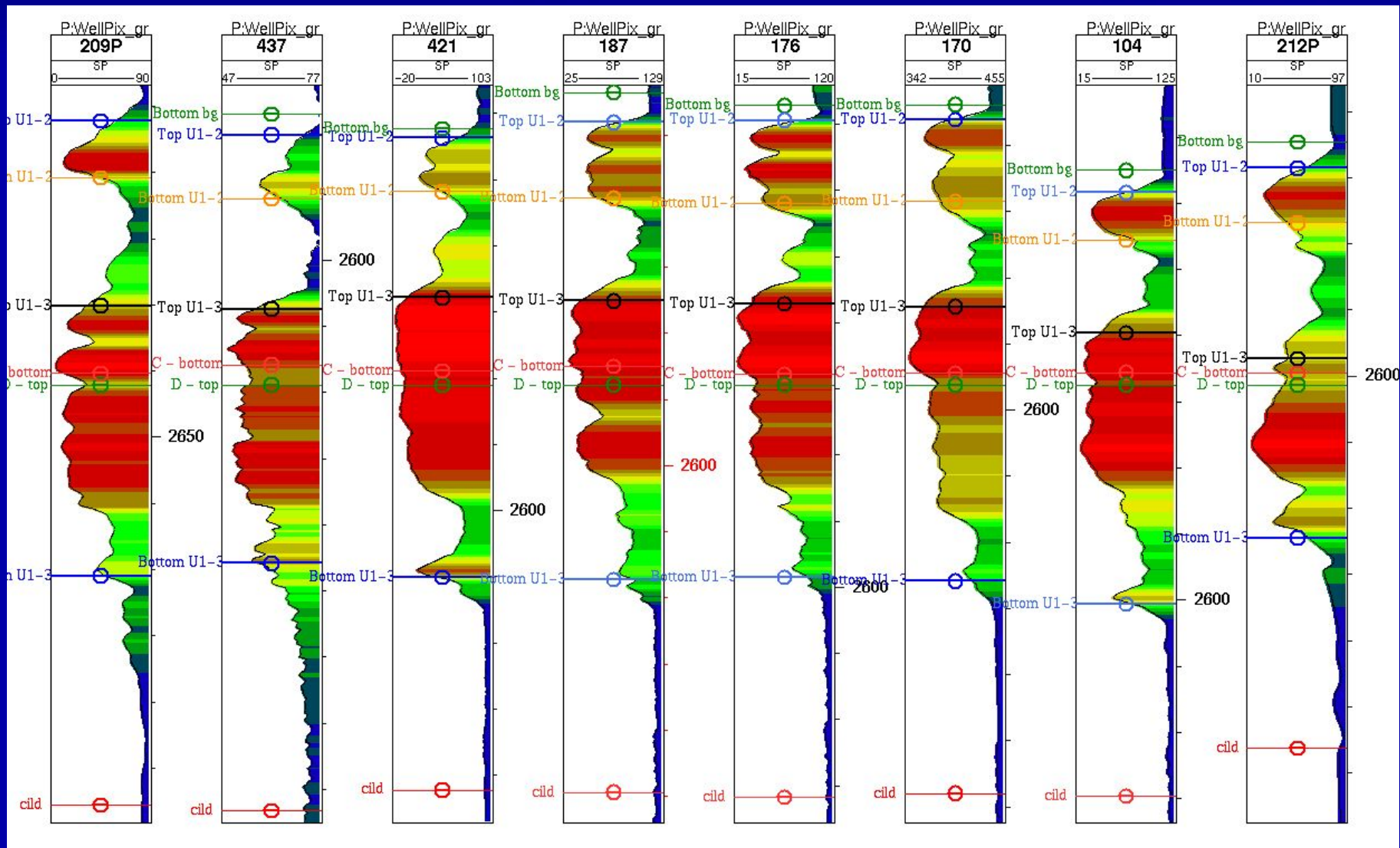


Корреляция разрезов ГИС





Корреляция разрезов ГИС





Литологическая интерпретация

Упрощенная классификация:

- Песчаник - sandstone
- Глина – shale, clay
- Известняк - limestone
- Доломит - dolomite
- Эвапориты – evaporite

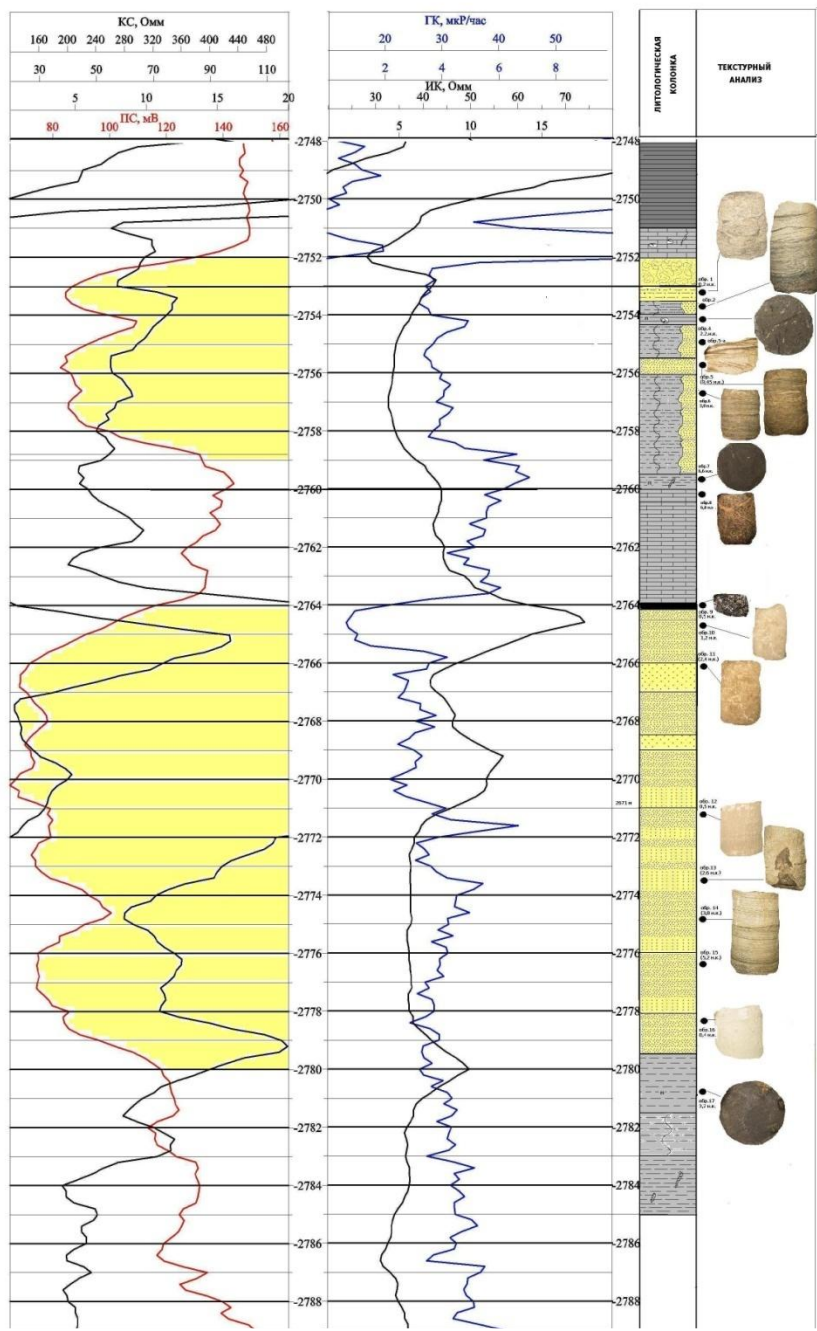
Sand
(quartz)



Shale
(clay)



Литологическая интерпретация



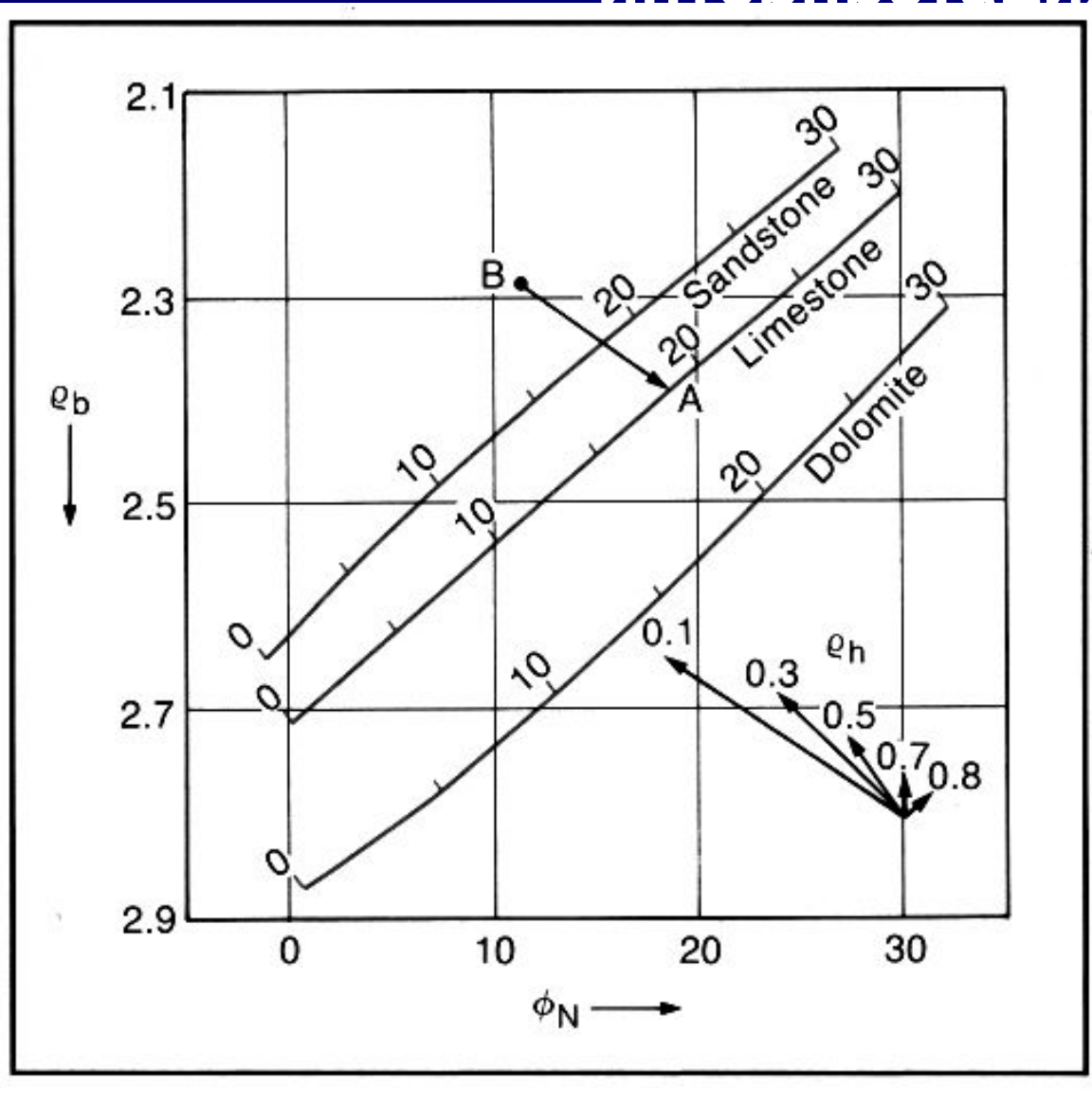
Непосредственное выделение литологических разностей на основе исследования керна и комплекса методов ГИС

Требования:

1. Тщательная увязка интервалов отбора керна и данных ГИС
2. Детальное литологическое описание керна
3. Высокое качество и достаточность материалов ГИС
4. Основные методы ГИС – SP, GR, FDC, LDT, CNL

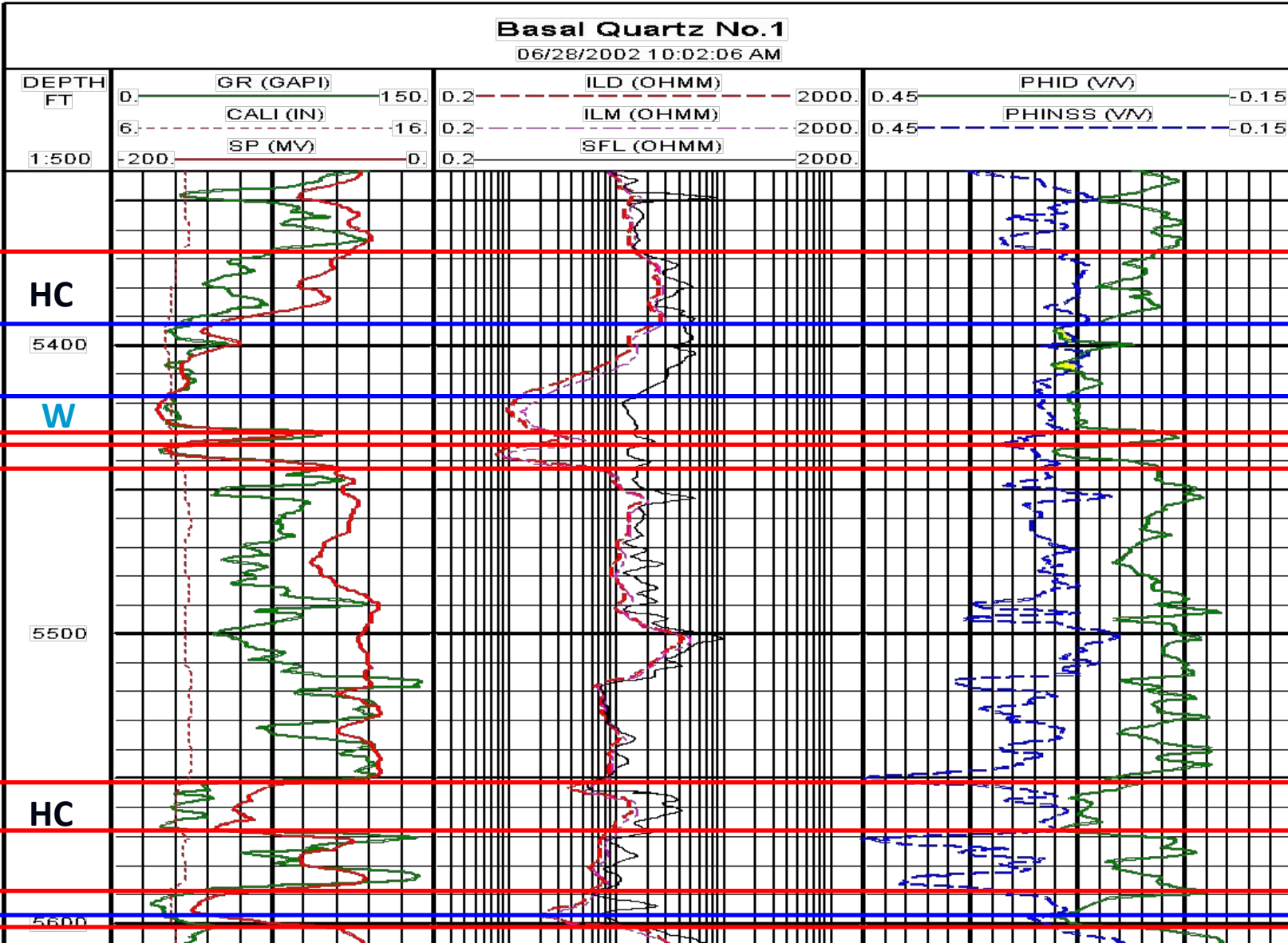


Литологическая интерпретация



Neutron Porosity versus
Bulk Density Crossplot
for determining Lithology

Выделение коллекторов и определение типа



sand

shale

HC

5400

W

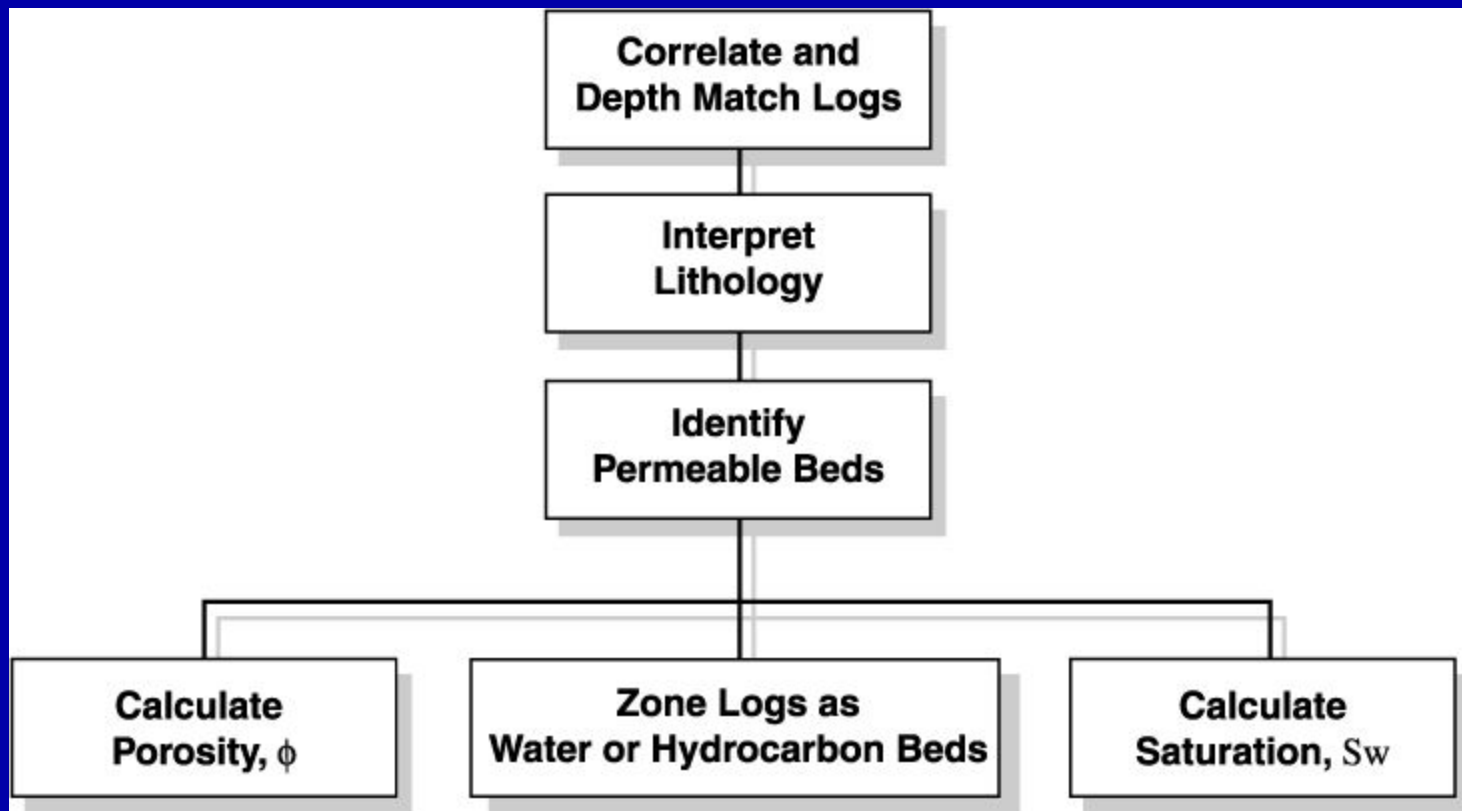
5500

HC

5600

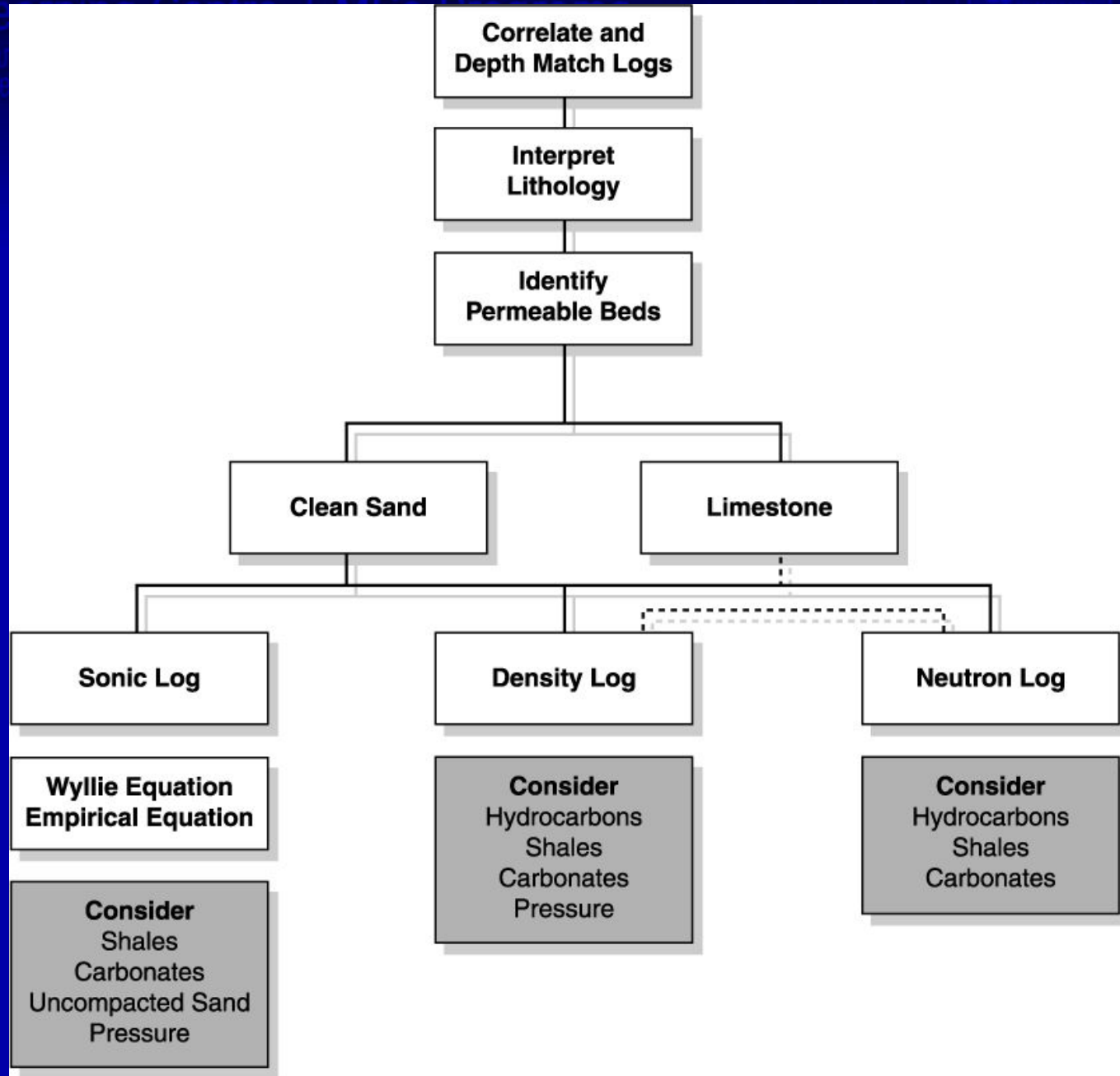


Log Interpretation Flowchart - Overview



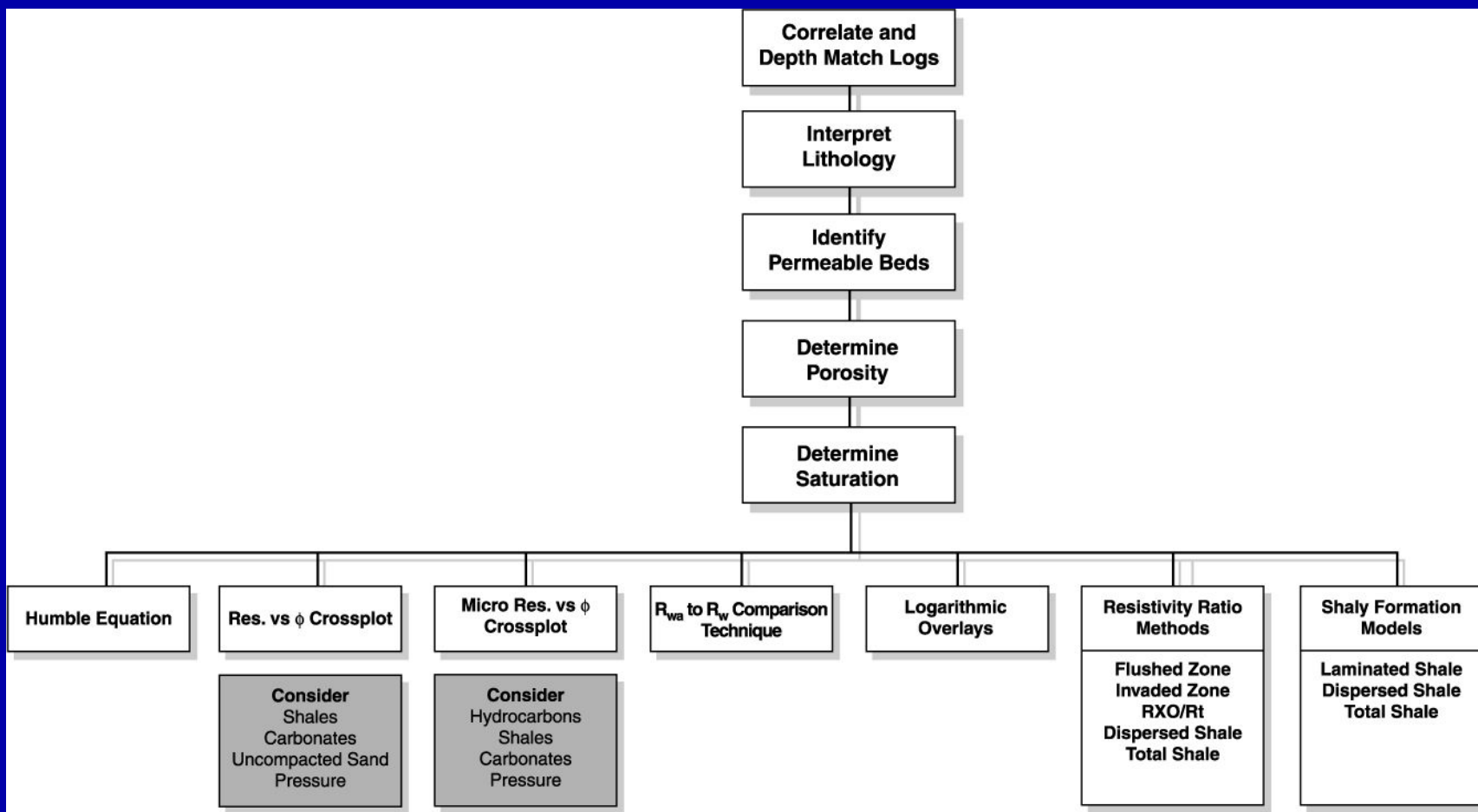


Log Interpretation Flowchart - Porosity in Simple Systems





Log Interpretation Flowchart - Saturation Interpretation





Обязательные петрофизические связи:

1. Коэффициент общей (и/или открытой) пористости

- интервальное время
- объемная плотность
- удельное электрическое сопротивление
- диффузионно-адсорбционный потенциал

2. Глинистость (весовая, объемная, относительная)

- относительная амплитуда SP
- относительные показания GR

3. Проницаемость

- общая (и/или открытая) пористость